

4-720-605-EX-1

République algérienne démocratique
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Blida I
Institut d'architecture et d'urbanisme

Mémoire de master 2
Option : Efficience énergétique

Thème :

**La maîtrise d'un étalement urbain durable :
Conception d'un éco quartier à la périphérie de
Boufarik et une clinique spécialisée Mère et Enfant**

Travail réalisé par :
Mohamedi Sabrina
Lamraoui Mounia



Sous l'encadrement de :

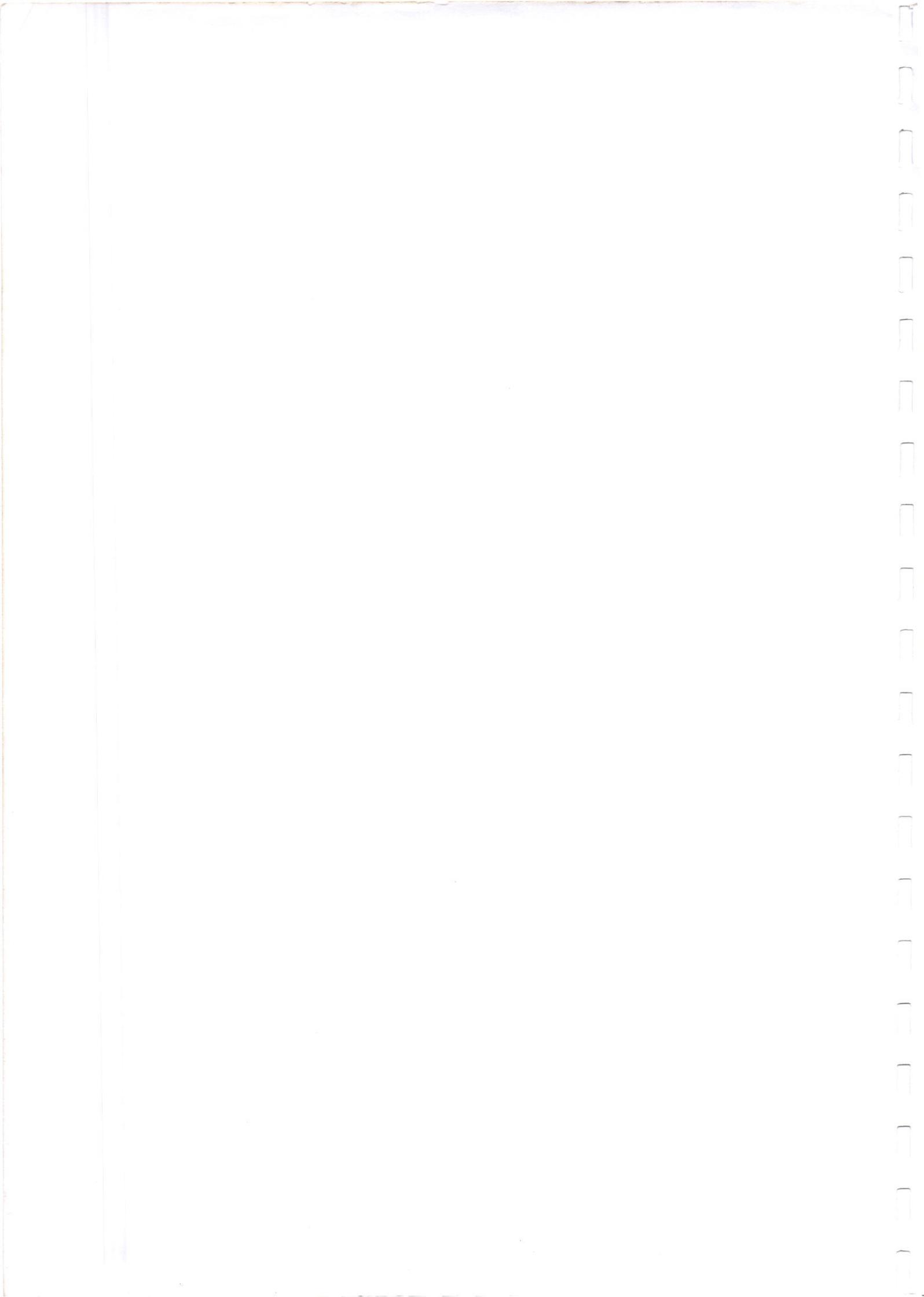
Mr : BOUKARTA.S

Assisté par:

Mr : Soukehal

Mr : Oueld khaoua

Année universitaire 2015-2016



Remerciements

On tient tout d'abord à remercier le bon « Dieu azza wa djal » pour la force et le courage qu'il nous a accordé pour achever notre travail.

*Et avec notre profond respect un grand merci à notre professeur et encadreur **Mr. BOUKARTAS** pour sa patience, et surtout pour sa confiance, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance.*

On remercie aussi nos camarades de classe pour l'entre aide et les encouragements.

*Une reconnaissance à l'architecte **Imen** affectée au niveau du CHU de Blida pour son aide et orientation, on remercie aussi les **Drs : BENHAFFAF Nassim** et **RAHNI Sofiane** pour le temps qu'ils nous ont accordé lors de la visite du CHU.*

On remercie aussi tous les enseignants de l'institut qui nous ont aidé lors de notre cursus.

Dédicace

Je dédie ce travail principalement à mes chers parents qui m'ont soutenue, encouragé et surtout épaulé durant toute cette année sans eux je n'aurais pas pu réussir qu'Allah les garde et les protège.

Je remercie mes sœurs et leurs époux, les jumeaux pour leur encouragements et patience.

Mes chères cousines pour leur aide et soutien.

A Mounia, on s'est supporté durant toute l'année une amitié formidable s'est créée.

A mes meilleurs, Mehdi, Hassiba, Bessma, Reda, Zineb, Nessrine et Souade pour la bonne humeur que vous m'apportiez et la motivation.

*Mes camarades avec qui j'ai partagé des bons comme de difficiles moments
Noussaïba, Asma et Karima.*

Sabrina

Dédicace

C'est avec respect et gratitude que je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma sympathie à :

Mes cher parents, de m'avoir toujours soutenu, encourager et aider à concrétiser mes ambitions dans la voie que je me suis tracé.

Mes chères sœurs : LOUSA et son époux SIFEDDINE FELLAH, AMINA, MERJEM, SADJIA.

Mon frère : ABD ELMALEK ANIS.

Mes cousins et cousines.

Mon binôme SABRINA et sa famille.

Tous mes amis (es) pour notre amitié et tous les bons moments que nous avons vécu ensemble, pour votre présence et vos bons conseils.

MOUNIA



Sommaire:

Chapitre 1 : introductif

- 1. Introduction**
- 2. Problématique**
- 3. Hypothèse**
- 4. Objectif**
- 5. Méthodologie suivie**

Chapitre 2 : Etat de savoir

- 1. Définition des concepts clés.**
- 2. Approche énergétique à l'échelle urbaine.**
- 3. Approche énergétique à l'échelle architecturale.**
- 4. Analyse thématique : faite à l'échelle urbaine et architecturale.**
- 5. Synthèse**

Chapitre 3 : Cas d'étude

- 1. Analyse urbaine.**
- 2. Synthèse de l'analyse urbaine.**
- 3. Projet urbain.**
- 4. Projet architectural.**

Conclusion générale

ملخص :

كجزء من إعداد مشاريعنا في السنة النهائية، هذه المذكرة تشمل كل البحوث والتحليلات التي قمنا بها أثناء الماستر لمعالجة القضايا، وتسليط الضوء على كفاءة استخدام الطاقة في تطوير مشاريعنا. وستقدم تعريفات للمفاهيم ذات الصلة بالموضوع المختار وسلسلة من التحليلات والأبحاث التي أدت بنا أولاً لتنفيذ وسيلة لتقييم الطاقة على المستوى الحضري بعد دراسة بعض من المؤشرات المتعلقة بمورفولوجيا حضرية والمناخ المحلي التي كانت بمثابة دعم خلال تطوير المشروع الحضري لدينا والتي هي في الدائرة البيئية التي تجرى على نهج التنمية المستدامة، واقترح كحل للزحف العمراني التي تواجه بوفاريك على حساب الأراضي مخصصة للزراعة وكذلك المشاكل التي تواجه المدينة. ثانياً، قمنا بتطوير أداة تصميم معمارية التي تنطبق على مدينة الجزائر العاصمة وضواحيها من خلال إجراء المحاكاة، وأظهرت النتائج أن تأثير كل مؤشر مرتبط بنموذج المشروع، النفاذ، أو البيئة من حوله على الاستهلاك الكلي للطاقة. وبالنظر إلى النتائج ومتطلبات الموقع وبعد تقييم احتياجات المدينة أجرينا عيادة في قلب المشروع الحضري لدينا، وسيتم تقديم تفاصيل التنفيذ والخطوات في المرحلة التشغيلية للذاكرة.

Résumé :

Dans le cadre de la préparation de nos projets de fin d'étude, ce présent mémoire regroupe toutes les recherches et analyses qu'on a faites au cours de notre Master pour répondre aux problématiques, et mettre en exergue l'efficacité énergétique dans l'élaboration de nos projets. Des définitions des concepts liés à la thématique choisie seront présentés puis une série d'analyses et recherches qui nous ont mené en premier lieu à mettre en œuvre une méthode d'évaluation énergétique à l'échelle urbaine suite à une étude paramétrique des indicateurs liées à la morphologie urbaine et au microclimat qui a servi d'appuis lors de l'élaboration de notre projet urbain qui est un éco-quartier réalisé suivant les démarches du développement durable et proposé comme solution à l'étalement urbain que rencontre la ville de Boufarik au détriment des fonciers réservés à l'agriculture ainsi que les problèmes et dysfonctionnements que rencontre la ville. En deuxième lieu, on a développé un outil d'aide à la conception architecturale applicable à la ville d'Alger et ses environs par la réalisation de simulations dont les résultats ont montré l'influence de chaque indicateur qu'il soit lié à la forme du projet, son enveloppe ou l'environnement qui l'entoure sur sa consommation énergétique globale. En prenant en compte ses résultats et les exigences du site et après avoir évalué les besoins de la ville on a réalisé une clinique spécialisée au cœur de notre projet urbain, les détails de la mise en œuvre et ses étapes seront présentées dans la phase opérationnelle du mémoire.

Abstract:

As part of the preparation of our final-year projects, this specification includes all the research and analysis we made during our Master to address the issues, and to highlight energy efficiency in the development of our projects. Definitions of concepts related to the chosen theme will be presented and a series of analyzes and research that led us first to implement a method of energy assessment at the urban scale following a parametric study of the indicators related to urban morphology and microclimate that served as support during the development of our urban project which is an eco-district performed on the approaches of sustainable development and proposed as a solution to urban sprawl facing the city of Boufarik detriment of land reserved for agriculture as well as the problems and shortcomings facing the city. Second, we developed an architectural design support tool applicable to the city of Algiers and its surroundings by performing simulations, the results showed the influence of each indicator that is linked to the form project, its wrapping or the environment around it on its overall energy consumption. Considering the results and the requirements of the site and after assessing the needs of the city we conducted a clinic at the heart of our urban project, the details of implementation and its steps will be presented in the operational phase of the memory.

Chapitre introductif

Présentation de l'atelier d'Architecture et efficacité énergétique (AEE) :

Ce master tend à mettre en exergue l'aspect énergétique en phase de conception des projets d'architecture et d'urbanisme. Pour ce faire, nous avons dû initier conjointement avec les enseignants du génie mécanique les étudiants sur un ensemble de méthode d'évaluation qui permettent à l'étudiant d'évaluer leurs projets urbains et architecturaux en phase de conception en mettant l'accent principalement **sur l'aspect morphologique de la problématique**. L'aspect passif a été donc étudié dans le détail alors que l'aspect actif n'a pas été développé au niveau de l'atelier pour que les étudiants concentrent leurs efforts sur la maîtrise et l'efficacité de leur forme architecture et urbaine.

Les étudiants ont été orientés principalement sur les deux principales problématique qui sont ; **(i) le renouvellement urbain** : cette problématique est posée dans notre atelier selon différents contexte, on trouve par exemple, le renouvellement urbain en centre historique, ou renouvellement urbain par la reconquête des friches industrielle. **(ii) l'étalement urbain** : une autre problématique souvent considérée comme thème à éviter car toutes les expériences ou presque démontrent que l'étalement urbain est néfaste selon plusieurs point de vue, environnemental, social et économique. Mais, force est de constater qu'il y a point échappatoire, l'étalement urbain est bien là et il serait préférable de se poser la question sur le registre du comment réduire les effets négatifs de l'étalement que de la fuir complètement. C'est dans ce sillage que les étudiants ont essayé de trouver des éléments de réponses qui peuvent réduire les effets négatifs de l'étalement urbain à travers leurs projets.

L'hypothèse générale de l'atelier du projet consiste à dire qu'il est possible d'optimiser le potentiel énergétique à l'échelle architecturale comme urbaine à travers la maîtrise de quelques concepts clés liés en mettant l'accent sur le coté morphologique. Nous avons pris en considération les deux échelles urbaines et architecturales. Le souci du **contexte** est considéré comme primordial dans l'élaboration de l'aménagement urbain et le projet architecturale.

Pour que les étudiants parviennent à identifier les dysfonctionnement et proposer des solutions appropriées, nous avons adopté au sein de notre atelier l'analyse typo-morphologique qui consiste à étudier les formes urbaines selon la logique du tissu en le décomposant sous ses quatre système, bâti, parcellaire, viaire et le système des espaces libre. L'analyse a été étoffée par un ensemble de critères d'analyse que les étudiants ont appliqué en deux temps, sur la zone d'étude ainsi que sur l'exemple choisi(s) pour l'analyse. La comparaison étant possible les étudiants sont parvenus à prendre de la distance et être critiques par rapport à leurs cas d'étude. Nous avons aussi introduit entre autre l'aspect énergétique au niveau urbain en identifiant les types et en les corrélant avec la consommation d'énergie induite. Ainsi les étudiants sont arrivés à comprendre le lien entre un ensemble d'indicateur tel que le COS, le CES, la Porosité etcetera et la consommation d'énergie qui en découlent. Enfin de cette première partie, les étudiants ont élaboré un cahier de charge qui leur servira comme outil d'aide à la conception à l'échelle urbaine et architecturale.

Pour l'aspect architecturale, l'efficacité énergétique a été traitée en deux temps, à travers l'état de savoir, qui, lui a permis aux étudiants l'identification des paramètres les plus influant, pour qu'en deuxième temps, on a procédé à une contextualisation de ces paramètre à travers une série de simulations réalisée sous Ecotect ou Pleiade. Selon le projet choisi, les étudiants ont effectué une analyse thématique selon laquelle les aspects fonctionnels et énergétique ont été analysés pour développer la deuxième partie du cahier de charge qui permettra aux étudiants de développer leurs projets architecturaux.

Il est à noter qu'à l'échelle architecturale et vu le temps, le projet ponctuel n'est considéré que comme une **esquisse** permettant aux membres de jury d'apprécier la sensibilité architecturale des étudiants.

Les étudiants ont enfin développé un aménagement urbain qui prend en considération l'aspect énergétique de la question et un projet architectural (phase esquisse) comprenant toute les parties du bâtiment conçu.

Chargé d'atelier

BOUKARTA.S

I. Introduction générale :

La population mondiale ne cesse de s'accroître depuis le début du 20^{ème} siècle (de 1.7 milliards d'habitants en 1900 à 7 milliards d'habitants actuellement¹), les besoins en espaces de vie augmentent parallèlement, des surfaces et endroits déserts se retrouvent occupés et transformés par l'être humain en établissements urbains.

Au nord de l'Algérie, dans la bande de 20 km du front de mer d'est en ouest, une concentration de 43% de la population (selon les dernières statistiques de L'ONS²) d'où la création de nouvelles agglomérations ainsi que l'extension de certains tissu urbains existants pour subvenir aux besoins ressentis.

Les villes s'étalent et occupent le foncier sans assurer un confort de vie, ni une vision de préservation de la nature ou tout simplement garder un environnement adéquat aux générations futures.

Une planification bien réfléchiée et programmée des tissus urbains avec l'introduction de l'optique du développement durable et la préservation de l'environnement permet de contrôler leurs extensions et accroissements et de répondre à différentes problématiques rencontrées actuellement.

La problématique est la recherche des solutions idoines pour une optimisation du processus du développement des tissus urbains et de contrôler leur évolution ainsi que la recherches de différentes optiques de développement durable pour une meilleure préservation de l'environnement avec une économie d'énergie à l'échelle urbaine et architecturale.

A travers des analyses de plusieurs paramètres liés aux contextes urbains et architecturaux, nos travaux de recherches présentés dans ce mémoire traiteront les différentes solutions adéquates suivant le processus de croissance historique et territoriale de la ville et ses différentes composantes en se basant sur des supports informatiques graphiques et écrits et quelques statistiques relevées sur site, suivis d'une analyse énergétique de la zone d'étude avec des paramètres liée à l'évaluation énergétique.

Au niveau de ce présent mémoire, on trouvera trois chapitres qui sont : le chapitre introductif ; dans lequel sera présentée l'aire d'étude, les problématiques, les hypothèses, l'objectif de cette étude ainsi que l'approche méthodologique adoptée, ensuite le chapitre d'état de l'art ; avec toutes les définitions des notions utilisées dans le mémoire, enfin le chapitre qui concerne le cas d'étude ; ou on présentera et analysera la ville, on effectuera une analyse thématique, un schéma des perspectives, de structure ainsi que le plan de masse, d'aménagement et le projet architectural.

II. Problématique générale :

La thématique relative à la périphérie urbaine est rarement abordée en tant que telle sur des écrits, mais les travaux de recherches l'abordent sous d'autres thèmes tel que l'urbanité, l'exode rural, expansion et les diverses mutations des villes.

La notion la plus connue est l'**étalement urbain** et qui constitue le problème majeur des métropoles mondiales. Les planificateurs essayent de trouver des solutions pour ce phénomène, néanmoins le

¹ <https://fr.wikipedia.org>.

² Idem.

développement urbain est rapide et conjoncturel ce qui engendre le plus souvent une utilisation irrationnelle des zones naturelles et agricoles périurbaines.

Cette similitude de l'évolution des villes à partir du 20ème siècle s'est accélérée et l'Algérie ne fait pas l'exception. Ces mutations continues des tissus urbains ont engendré la création de périphéries répondant aux besoins urgents de la population (logements, services et espaces publics ...) tout en négligeant la cohérence entre le vieux bâti et les nouvelles constructions, leur disposition (orientations du PDAU) et le respect de plusieurs paramètres tel que la densité, la centralité, l'extension linéaire ...

Pour éviter tout étalement non planifié, il est préconisé de se suivre une politique de développement durable et de mettre en place des mécanismes régissant toute extension, des opérations visant un renouvellement des agglomérations concernées par l'étalement urbains afin de restructurer les aménagements urbains existants en fonction de l'évolution des règles de l'habitat. Il y a lieu aussi, urgence de réhabilité tout les anciens bâtis en conformité avec l'étalement urbain, de rénover et enfin d'éradiquer l'habitat précaire et de démolir toute les constructions illicites installées dans la périphérie.

III. Présentation du cas d'étude :

"La ville n'est pas seulement un ensemble d'édifices publics ou privés, reliés entre eux par des espaces libres, mais elle est tout un processus d'évolution qui prend ces racines dans le temps" S. Muratori.³

La ville considérée comme étant un organisme complexe est en perpétuel évolution au fur des années, au risque de perdre son image et son identité avec les transformations appliquées, une véritable crise qu'elle rencontre.

Notre choix s'est porté essentiellement sur la ville de **Boufarik** qui est un exemple concret qui répond à l'objet de notre étude.

La ville de **Boufarik** est l'une des communes de la wilaya de **Blida**, à caractère colonial elle est située dans la plaine de la **Mitidja**, une région riche en terrains agricoles au nord algérien. **Boufarik** occupe une position stratégique grâce à sa proximité des deux pôles important ; la capitale **Alger** et la ville de **Blida**. C'est une ville qui représente des valeurs urbaines et architecturales anciennes qui doivent faire l'objet d'une étude approfondie afin de servir comme modèle à toute intervention future dans ce site.

La ville de Boufarik est en pleine croissance, son développement rapide et continu conduit la ville vers les limites des terres agricoles fertiles et interdites à toute construction. La ville rencontre un enserrement à cause de l'absence de réserves foncières, et congestionnent à cause de son **étalement urbain non planifié**.



Figure 1 : Carte de situation de la ville de Boufarik. Source: Google Earth.

³ SYLVAIN MALFROY (1986), L'approche typo morphologique de la ville et du territoire.

IV. Problématique spécifique :

Boufarik est comme toutes les villes algériennes en plein développement urbain du essentiellement à l'accroissement de la population et à l'exode rural. Ce développement non planifié a été réalisé en rencontrant plusieurs contraintes dont la plus importante est la présence des terres agricoles au périphérique de la ville. De nouveaux établissements apparaissent sans infrastructures adéquates, ni voiries convenables à un confort souhaitable par les citoyens. Cette **périurbanisation**⁴ est poussée par la forte demande en logements ainsi que la saturation du centre ville, ou tout simplement le cout faible du foncier à la périphérie.

Pour notre cas étudié, la ville de **Boufarik** illustre parfaitement ce problème qui induit :

- Des espaces urbains désarticulés, mal équipés et des chantiers permanents à l'intérieur de la ville.
- Utilisation irrationnelle du sol urbain (gaspillage du foncier agricole).
- Délaissement du centre (tissus anciens) pour la périphérie (nouvelles cités d'habitation).
- Dégradation de l'environnement ainsi qu'une surconsommation en énergie globale de la ville.

Face à cette situation défavorable, deux questions essentielles visant à trouver des solutions aux problèmes relevés dans notre cas se posent :

- ✓ Comment peut-on assurer un développement urbain durable à la ville de Boufarik ?
- ✓ Avec quelles mesures pouvons-nous améliorer un tissu urbain et préserver sa cohérence notamment à la périphérie ?

A travers cette problématique et l'ensemble de ces questionnements que nous proposons et à travers le thème d'étude et de recherche qu'on doit élaborer, la réponse à ces questions ne peut être que le résultat d'une analyse sur terrain qui pourra affirmer ou infirmer l'hypothèse suivante.

V. Hypothèse :

Suite à ces questionnements, il nous paraît indispensable de comprendre le processus de développement de la ville de Boufarik et de mieux analyser les différents problèmes qu'elle rencontre pour trouver des solutions efficaces dans les normes d'un urbanisme durable et respectant de l'environnement et limiter l'étalement urbain avec un renouvellement de la zone d'étude choisie par réaménagement des agglomérations périphériques non planifiées et lancer l'appel à la construction écologique dite **les éco-quartiers**.

VI. Objectifs :

À travers les analyses et études qu'on a faites durant l'année et qui seront présentées au cours de notre mémoire, des objectifs précis seront atteints afin de répondre à la problématique citée au dessus.

Les objectifs seront bien définis pour chaque phase afin d'arriver à un modèle ou les outils d'optimisation avec une efficacité énergétique à l'échelle urbaine et architecturale.

⁴ La périurbanisation : phénomène lié à celui de rurbanisation, désigne le processus de « retour » ou « fuite » des citoyens vers les campagnes. (Source : Wikipédia).

VII. Méthodologie :

Ce mémoire contient une introduction et trois chapitres :

Chapitre 1 : Ce chapitre est consacré aux présentations générale il y sera présenté successivement, la thématique du master, le cas d'étude, la problématique, les hypothèses, les objectifs, et la méthodologie suivie.

Chapitre 2 : il englobera toutes les connaissances acquises lors des deux années de masters et liées a l'efficacité énergétique et au développent durable, présenté en cinq parties les pratiques, méthodes et exemples de projets présentant des caractéristiques similaires à notre site de l'urbain à l'architectural, suivis de quelques définitions de concepts clés.

Chapitre 3 : comportera en résumé deux phases, la phase analytique incluant l'analyse territoriale, diachronique, et synchronique et la phase opérationnelle contenant une intervention urbaine et une intervention architecturale.

Et enfin une conclusion qui viendra confirmer ou infirmer les hypothèses posées en début de notre recherche.

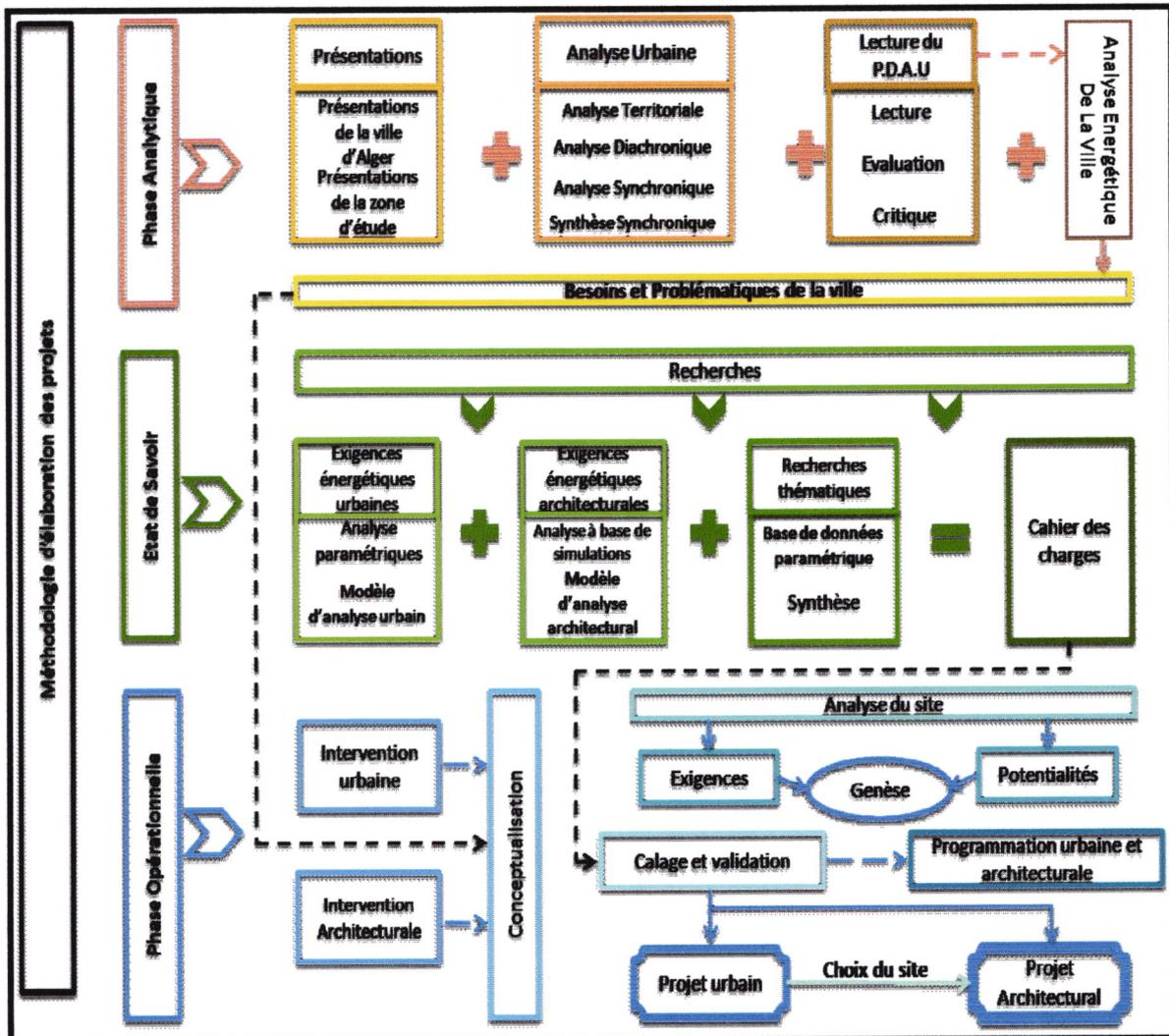


Figure 2: Méthodologie suivie Source : Auteurs.

Chapitre 2 : état de savoir

Introduction :

Afin d'aboutir à des connaissances qui pourront nous être utiles dans l'élaboration de nos projets : urbain et architectural, nous avons effectué des lectures et recherches de différentes références qui seront citées au cours de ce chapitre et grâce aux quelles nous avons pu développer des outils d'aide à l'optimisation de la consommation d'énergie à l'échelle urbaine et architecturale. Nous avons abordé aussi des définitions des concepts et principes utilisés lors de la conception de nos projets ainsi que des analyses thématiques afin de se familiariser avec les contextes choisis.

1. Définition des concepts :

Etalement urbain :

L'étalement urbain est une expression désignant le phénomène de développement des surfaces urbanisées en périphérie de la ville⁵, ou sous un autre terme une extension urbaine qui se poursuit au rythme de la croissance démographique.⁶ Plusieurs facteurs induisent l'étalement urbain, comme le coût bas du foncier en périphérie de la ville et la sous-tarifcation des déplacements routiers par rapport à la zone urbaine.⁷ Les problèmes causés par l'étalement urbain sont à la fois économiques, sociaux et environnementaux, il se développe au détriment des espaces agricoles et ne paye pas ses coûts et va à l'encontre de la mixité sociale car les habitants de la périphérie trouvent moins facilement du travail qu'en zone urbaine.⁸

Développement durable :

Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures à répondre aux leurs. (Selon Gro Harlem BRUNDTLAND, « Our Common future », 1987)⁹. Ainsi ces objectifs sont :



⁵ www.wikipédia.org

⁶ Etalement urbain par : Guillaume SAINTENY, Directeur des Etudes économiques et de l'Evaluation environnementale, MEDAD.

⁷ Idem.

⁸ Idem.

⁹ Article web : cours sur le développement durable.

Efficacité énergétique :

L'efficacité énergétique consiste à utiliser l'énergie d'une manière plus rationnelle afin de diminuer sa consommation pour s'éclairer par exemple ou se chauffer ou encore se déplacer tout en gardant le même service et confort pour les usagers.¹⁰

En assurant une bonne énergétique nous contribuons à la réduction des émissions des gaz à effet de serre et protégeant ainsi notre environnement.¹¹

Efficacités énergétique active et passive¹² :

- L'efficacité énergétique passive se rapporte à la forme du bâtiment et son optimisation par une ventilation et éclairage naturels, l'isolation utilisée et le type de vitrage ...
- L'efficacité énergétique active touche à la régulation et la gestion technique de la consommation d'énergie du bâtiment en intégrant soit des panneaux solaires ou des pompes à chaleur et bien d'autres techniques qui aide à produire de l'énergie suffisante pour l'autonomie du bâtiment.

Cumulées, l'efficacité énergétique passive et l'efficacité énergétique active révèlent la performance énergétique globale du bâtiment.

Notre projet architectural ne répond qu'aux principes de l'efficacité énergétique passive développés grâce au modèle d'optimisation de la consommation d'énergie auquel nous avons abouti après des simulations présentées par la suite dans ce chapitre.

L'approche typo-morphologique :

La typo-morphologie est une méthode d'analyse apparue dans l'école d'architecture italienne des années 60 (S. Muratori, A. Rossi, C. Aymonino, G. Caniggia). Il s'agit d'une combinaison entre l'étude de la morphologie urbaine et celle de la typologie architecturale, à la jonction des deux disciplines que sont l'architecture et l'urbanisme.¹³

Concepts utilisés lors de la conception de notre éco-quartier :

L'îlot ouvert de Christian de Portzamparc :

L'îlot ouvert se différencie de l'îlot commun par sa forme, qui permet sa traversée. Théorisé par l'architecte-urbaniste Christian de Portzamparc, l'îlot ouvert se définit par un côté « plein », autonome et pourtant varié et un côté « vide », ouvert et lumineux.¹⁴

¹⁰ Site internet : www.romande-energie.ch .

¹¹ Article site internet : <http://www.2020energy.eu>: intelligent energy in Europe.

¹² Site internet : <http://www.performance-energetique.lebatiment.fr> .

¹³ Approfondissement théorique : l'analyse typo-morphologique.

¹⁴ L'article sur le projet d'hôtel de région Lyon Confluence par C.de Portzamparc.

2. Approche énergétique à l'échelle urbaine :

Les études et la connaissance du microclimat urbain se sont développées récemment dans différents contextes et problématiques face aux enjeux du développement durable, plusieurs urbanistes songent à comment organiser la ville pour une économie d'espace et d'énergie. Dans ce chapitre nous allons aborder les différents phénomènes microclimatiques qui peuvent influencer sur la consommation d'énergie à l'échelle de la ville, ainsi une morphologie urbaine bien étudiée et réfléchie en prenant en compte les différents paramètres microclimatiques peut contribuer à un urbanisme durable. Ces paramètres ont été étudiés au cours de notre master ; et sont répartis en trois registres et leurs interfaces.

L'approche utilisée pour évaluer les paramètres définis ci-dessous, est l'approche paramétrique ; une méthode simple, rapide et accessible pour tous les niveaux, sans avoir recourt aux différents logiciels et outils de simulation qui peuvent être coûteux ou tout simplement inaccessibles pour l'étudiant.

En premier lieu, on effectuera une étude de l'ensoleillement avec tous les paramètres qui y sont liés. En deuxième lieu, la ventilation avec la circulation de l'air en milieu extérieur, types d'écoulement et les différents effets du vent. Puis vient la mobilité avec ses indices et paramètres à l'échelle urbaine. Et enfin, les interfaces avec leurs définitions et impacts sur le microclimat urbain.

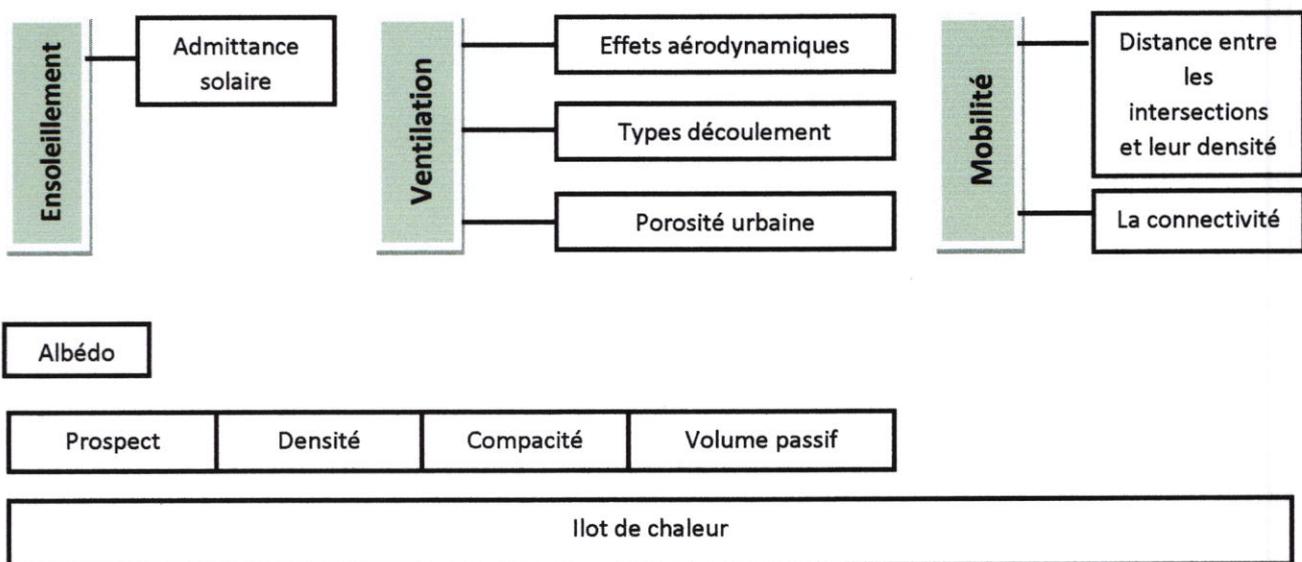


Figure 3 : Organigramme de l'approche énergétique urbaine. Source : Auteurs.

1. Registre ensoleillement :

Les rayonnements solaires apportent naturellement éclairage et chaleur au sein du bâtiment, d'où l'orientation et le type d'enveloppe jouent un rôle majeurs dans la bonne absorption de ses rayons solaires.

L'admittance solaire :¹⁵

C'est le potentiel de captage du maximum des rayonnements solaires par les parois extérieures d'un bâtiment et qui permet de bénéficier d'apport thermique suffisant pour le chauffage et l'éclairage naturel. Elle peut être évaluée et estimée à l'aide de différents logiciels de simulation ou, grâce à des approches paramétriques comme :

$$As = \frac{\sum An * Cn + \sum Ae * Ce + \sum As + \sum Ao * Co}{\sum An + \sum Ae + \sum As + \sum Ao} \text{ . Équation 1}$$

An= La façade nord.

Ae= La façade est.

As= La façade nord

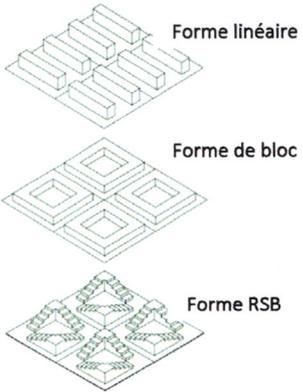
Ao= La façade ouest.

Cn/Ce/Co= Sont des coefficients d'orientations.

Synthèse :

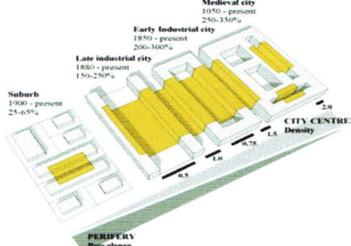
Urbanistes et architectes ont effectué des études à l'aide de logiciels de simulation, quelques exemples sont cités dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1: Synthèses des recherches de l'ensoleillement.

Indicateur	Chercheur	Etude	Résultats
L'ensoleillement	Okeil, 2004	<p>Comparaison entre les performances, en apports solaires entre trois types de forme urbaine ; forme linéaire, la forme de bloc et la forme RSB (bloc solaire résidentiel).</p> 	<p>Les résultats ont affirmé que la forme RSB permet d'atteindre des potentiels élevés d'utilisation en énergie solaire passive. Elle combine entre les avantages fonctionnels, spatiaux, sociaux et visuels de la forme de bloc et les avantages d'efficacité énergétique de la forme linéaire. Elle permet aussi d'atténuer les effets d'îlot de chaleur en augmentant le flux d'air et favorisant les toits verts.¹⁶</p>

¹⁵ Mohamed DJAAFRI (22 juin 2014), Forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils. Cours Mr BOUKARTA.S2015, Analyse de l'ensoleillement.

¹⁶ MAHAYA Chafik, (30 Avril 2014), Optimisation de la forme urbaine par l'évaluation du potentiel solaire. P 80.

	<p>Andersen, et Sattrup, 2011</p>	<p>L'impact du rapport h/w sur la consommation globale de l'énergie comparée à l'énergie solaire.</p> <p>L'étude à été faite sur 6 types de rues par rapport à la valeur h/w qui varie entre 0.5 et 3. Ou chaque rue est limité par des bâtiments de 5 niveaux, soit la hauteur de 15m.</p> <p>L'analyse a été faite à l'aide d'un logiciel de simulation nommé « ECOTECT ».</p> 	<p>Les deux chercheurs ont prouvé que le rapport h/w a une grande influence sur la consommation d'énergie globale du bâtiment ; Sur un horizon libre on peut concevoir un bâtiment qui ne consomme qu'environ 50kwh/m2/an.</p> <p>Dans un environnement plus dense la consommation d'énergie peut atteindre les 70kWh/m2/an.</p> <p>Si la valeur de h/w est haute (tissu dense), la lumière réfléchie apporte une contribution importante à la consommation d'énergie des bâtiments, elle est en effet la plus grande fraction de lumière de jour disponible sur les bas niveaux.¹⁷</p>
	<p>Emmanuel Bozonnet, 2005.</p>	<p>Influence de la végétation sur le rayonnement solaire.</p>	<p>Les arbres et leur feuillage produisent un effet de masque bénéfique en période estivale, et laissent passer les rayons solaires en hiver.</p> <p>L'influence du feuillage sur le rayonnement solaire dépend de son implantation, son orientation et de sa distribution.</p> <p>Les caractéristiques individuelles des feuilles (types, albédo...) influe aussi sur l'absorption du rayonnement solaire.¹⁸</p>

¹⁷ MAHAYA Chafik, (30 Avril 2014), Optimisation de la forme urbaine par l'évaluation du potentiel solaire. P 88.

¹⁸ Emmanuel Bozonnet, 2005. Impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments - Cas de la rue canyon. P56.

	CERMA	L'influence de l'albédo sur le rayonnement solaire.	<p>Le flux solaire réfléchi dépend du facteur de réflexion solaire de la surface ou du matériau de la paroi, son albédo, La texture du matériau ou de la surface urbaine conditionne le type de réflexion. Le flux solaire absorbé dépend du facteur d'absorption solaire de la surface.</p> <p>Dans le cas d'une paroi opaque, le coefficient d'absorption vaut $1 - \text{albédo}$.</p> <p>Le rayonnement solaire absorbé par surface urbaine se transforme en chaleur et élève la température des surfaces urbaines. C'est le phénomène de l'îlot de chaleur urbain.¹⁹</p>
--	-------	---	---

2. Registre ventilation :

Le vent est un facteur important influent le confort des piétons dans les espaces publics. L'air, se déplaçant d'une zone à haute pression à une zone à basse pression à des comportements divers qui résultent suite à son interaction avec les obstacles qu'il rencontre et qui génère sa distribution d'une manière très variée au niveau du sol. Parmi ses comportements on cite :

*Les effets aérodynamiques :*²⁰

Effet Wise : lorsqu'un bâtiment élevé est placé parallèlement à un bâtiment plus petit, un rouleau tourbillonnaire se crée avec une direction verticale et une vitesse importante causant de l'inconfort pour les piétons dans la zone.

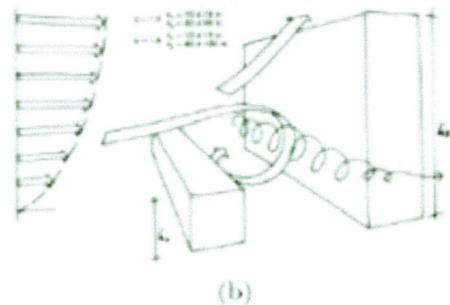


Figure 4 : Effet Wise

¹⁹ Mohamed DJAAFRI, 2014. Forme urbaine, climat et énergie. Quels indicateurs et quels outils. P

²⁰ AHMED OUAMEUR FOUAD, 2007..Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics. P12-13.

Cours de Mr BOUKARTA.S, 2015.ventilation urbaine.

Effet de coin : cet effet est entrainé par la différence de pression entre la façade exposée au vent et celle qui est en dépression qui induit l'augmentation de la vitesse à l'angle du bâtiment.

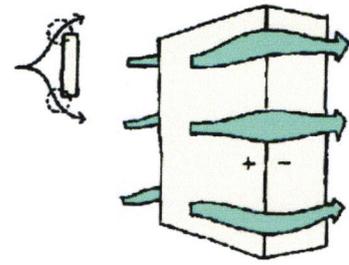


Figure5 : Effet de coin

Effet de barre : cet effet se caractérise par un changement de la direction du vent suite à la rencontre d'une barre d'une hauteur inférieure à 25m pour une incidence de 45°.

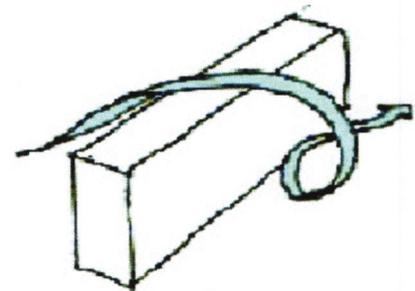


Figure 6: Effet de barre

Effet de canalisation : cet effet est généré par la composition d'un ensemble de bâtiments qui forment un couloir et permettent l'écoulement du vent.

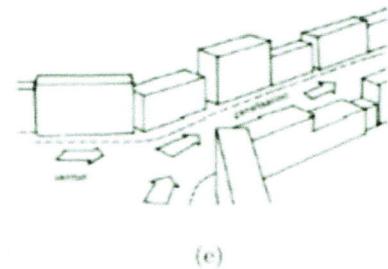


Figure 7 : Effet de canalisation

Effet venturi : cet effet est engendré par un rétrécissement du passage entre les bâtiments et l'augmentation de la vitesse du vent pour un débit identique.

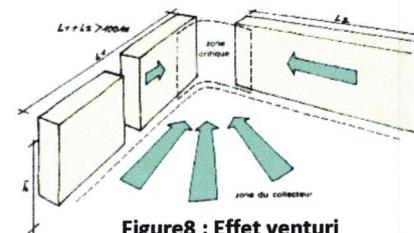


Figure8 : Effet venturi

Types d'écoulement :²¹

La distribution de l'air et sa vitesse à l'échelle urbaine est associée à la forme, dimension et la manière dont les bâtiments sont positionnés dans l'espace. C'est l'interaction entre le vent et la structure bâtie qui définit le type d'écoulement qui en résulte.

²¹ Stella Tsoka (Décembre 2012) Relations entre morphologie urbaine, microclimat et confort des piétons : application au cas des éco quartiers. P15.
Cours de Mr BOUKARTA.S, 2015. Ventilation urbaine.

Le ratio $\frac{H}{L}$ qui est le rapport entre la hauteur moyenne de l'espace et sa plus petite largeur, peut modifier l'écoulement du vent, d'où l'alignement des façades peut faciliter la canalisation et les mouvements de l'air et lui donner différentes directions.

Porosité urbaine :²²

La porosité urbaine est le rapport entre le volume d'air total des creux urbains et le volume de la canopée urbaine (Steamers et Steane 2004).

$$\text{Porosité urbaine} = \frac{\text{volume des creux urbains}}{\text{volume de la canopée urbaine}}. \text{ Équation 2}$$

La direction du vent ainsi que la pénétration des rayons solaires sont conditionnés par la porosité urbaine ; en effet :

- La trajectoire du vent peut être modifiée augmentant ainsi sa vitesse et permettant la bonne circulation de l'air, et
- Les creux urbains peuvent favoriser le captage des rayons solaires et leur distribution sur les façades urbaines.

Synthèse :

Tableau 2: Synthèses des recherches sur la porosité.

Indicateur	Chercheur	Etude	Résultat
Porosité	Khaled athamena	Il applique le modèle numérique développé à trois éco-quartiers, Bottière Chénaie, tripode (Nantes), et Lyon confluence (Lyon). Pour les trois études, la porosité a été calculée par rapport aux vents dominants.	<p>L'augmentation de la porosité traduit une augmentation de la surface des ouvertures au vent par rapport à la surface des façades projetées dans la direction du vent. L'augmentation de la porosité entraîne une augmentation des pourcentages de zone de confort neutre.</p> <p>Synthèse :</p> <p>La porosité d'un tissu urbain conditionne la pénétration du vent dans le tissu. Le vent arrivant sur l'agglomération avec une vitesse plus faible que sa vitesse d'origine est soumis à une variation de sa trajectoire ainsi que de sa vitesse.</p>

²² AHMED OUAMEUR FOUAD, 2007..Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics. P48.

3. Registre mobilité :²³

La mobilité est l'un des indicateurs qui influent sur la consommation des sources d'énergies (carburant, essence, gaz...) dans un tissu urbain. Pour avoir une bonne mobilité, il faut tout d'abord penser à concevoir un réseau viaire qui permet la bonne circulation au sein du tissu et l'hierarchisation adéquate des voies d'où la possibilité de se rendre d'un endroit à un autre via différents trajets, ainsi qu'un autre point essentiel ; encourager l'usage du transport en commun.

« Une mixité des mailles viaires et des moyens de transports est une notion fondamentale dans la conception d'un quartier accessible et connecté ».²⁴

La distance moyenne entre intersections et leur densité :

- Une distance moyenne courte entre intersections dans une maille viaire, est l'un des indicateurs qui permet de faciliter le déplacement à pied, et la création des espaces publics continus.
- Une forte densité d'intersections, permet d'avoir plusieurs points d'échange.
- Ces deux indicateurs sont importants dans le développement durable urbain.

La connectivité :

- La bonne connectivité de la maille viaire est aussi un indicateur important, ce qui peut être analysé est vérifié grâce à la théorie des graphes : qui, permet d'analyser les relations entre un ensemble de points, reliés entre eux par des liens. Le graphe que nous allons utiliser pour l'analyse de la maille viaire est composé de :
 - **Nœuds (ou sommets)** : correspondent aux intersections ; notés comme N.
 - **Liens (ou arrêtes)** : correspondent aux différentes sections des voies entre les intersections ; notés comme L.
- Les principaux indices de graphes calculés sont :
 - **Le nombre cyclomatique** : Il permet de mesurer le nombre de cycle indépendants, et combien de chemins différents sont possible pour aller d'un point à un autre.

$$\mu=L-N+1 \text{ Équation 3}$$

- **L'indice β** : Il se mesure en rapportant le nombre de lien au nombre de nœuds, cet indice est supérieur l'osque le nombre de lien augmente.

$$B=\frac{L}{N} \text{ Équation 4}$$

- **L'indice γ** : Il exprime le rapport entre le nombre de lien effectif au nombre de lien maximum que peut contenir un réseau étudié, plus est proche de 1 plus le nombre de liens réels sera proche du nombre de liens maximal.

$$\gamma = \frac{L}{3(N-2)} \text{ Équation 5}$$

²³ Serge Salat, les villes et les formes.

Cours Mr BOUKARTA.S, la portée énergétique de la mobilité.

²⁴ Serge Salat, les villes et les formes. P238.

Synthèse :

Tableau 3: Synthèses des recherches de Mobilité

indicateur	Chercheur	étude	résultat
Mobilité	Serge salat	Il a effectué une étude comparative entre la ville de Savannah (plan original/ville actuel) en Amérique La ville de Neuf-Brisach en Italie	<p>La maille viaire de Savannah est fine. (plan original)</p> <p>Dans une section de 800*800 la densité d'intersection: 490/km²</p> <p>La distance moyenne entre intersection: 55/m</p> <p>Connectivité β: 1.71</p> <p>Nombre cyclomatique 0.64km² : 230</p> <p>Proximité au nombre de liens maximum: 0.60</p> <p>Densité d'ilot/km²: 360</p> <p>(ville actuelle)</p> <p>Dans une section de 800*800 la densité d'intersection: 146 /km²</p> <p>La distance moyenne entre intersection: - /m</p> <p>Connectivité beta: 1.70</p> <p>Nombre cyclomatique/0.64km² : 265</p> <p>Proximité gamma au nombre de liens maximum: 0.57</p> <p>Densité d'ilot/km²: 113</p>

4. Les interfaces :

L'îlot de chaleur urbain : ²⁵

On appelle phénomène d'îlot de chaleur urbain, l'observation de fortes différences entre les températures mesurées en site urbain et celles des campagnes environnantes de l'ordre de 1 à 4°C.



Figure 9 : Schéma de l'îlot de chaleur au-dessus de l'agglomération parisienne

L'évolution de la température est fortement liée à la variation de la densité urbaine.

²⁵ CNRS.M.M-C-U (novembre, 2008). Approches physiques des ambiances urbaines, caractérisation et conception. P4.

M.MUSY. Du microclimat au bâtiment. Concevoir en milieu urbain : Prise en compte des intersections bâti-environnement urbain. P3.

L'effet de l'îlot de chaleur à un grand impact sur la consommation énergétique des bâtiments et sur le confort thermique à l'intérieur de ses derniers.

En hiver l'effet sur les consommations des systèmes de chauffage est positif (réduit de 30 à 50% cas de centre d'Athènes), contrairement en été ou les bâtiments climatisés ont une consommation énergétique élevée.

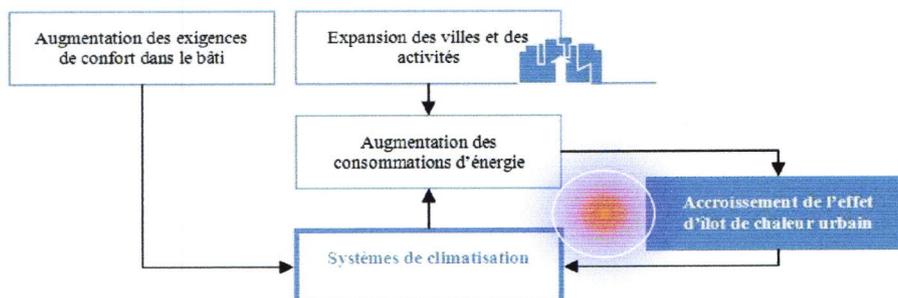


Figure10 : Phénomène d'amplification de l'îlot de chaleur urbain et système de climatisation.

La variation de température peut être calculée selon OKE (1982) qui a distingué les villes européennes et américaines.

$$\Delta T_{urMAX} = 7,54 + 3,97 \ln(H/W) \quad \text{Équation 6}$$

ΔT_{urMAX} : l'écart de température maximum entre la ville et la campagne environnante.

(H / W) : rapport de la hauteur des bâtiments sur la largeur des rues des centres urbains.

Oke propose aussi une expression de ΔT_{urMAX} en fonction de la population et la vitesse de vent de référence : $\Delta T_{urMAX} = \frac{p^{0.25}}{(4U)^{0.5}}$ Équation 7

Synthèse :

Tableau 4: Synthèses des recherches sur l'îlot de chaleur urbain

Étude effectuée	Chercheur/Année	Conclusion ²⁶
Stratégies de végétalisation	Dimoudi et Nikolopoulou, 2003	L'apport de végétation dans les milieux urbanisés peu végétalisés offre des gains importants de fraîcheur (une rangée d'arbre peu diminué la température de l'air ambiant de 1 °C)
	Akbari et Taha, 1992	Une augmentation du taux de végétalisation de 30 %, et une augmentation de l'albédo des matériaux des bâtiments de 20 %, peut générer des économies d'énergie liées au chauffage et à la climatisation de 10 % et de 35 % respectivement.
	Liébard et Deherde 2005	Une différence de température moyenne de 3,5 °C serait également observable entre un centre-ville peu végétalisé et des quartiers longeant une bande de végétation d'une profondeur de 50 à 100 m

²⁶ Revue de littérature Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels Juillet 2009 institut national de santé publique Québec.

	Lachance et al. 2006	Une zone végétalisée présentait une température de surface plus fraîche de 6 °C
	Shashua-Bar et Hoffman, 2000	Des îlots de végétation urbains d'une largeur de 60 m généraient un effet de fraîcheur dans un rayon de 100m
Végétalisation du pourtour des bâtiments	Akbariet al., 2001	Après avoir évalué pendant quelques mois la température de surface maximale des murs et des toits ombragés par les arbres sur deux bâtiments situés en Californie. La température de surface maximale mesurée a atteint de 11 à 25 °C
Toits verts	Fischetti, 2008; Liu et Bass, 2005	Pendant une journée ensoleillée de 26 °C, un toit foncé peut atteindre jusqu'à 80 °C, un toit blanc 45 °C et un toit végétal 29 °C
Toits réfléchissants	Akbariet al. (2001)	Un revêtement de toiture foncé (à faible albédo) peut atteindre une température de 50 °C plus élevée que celle de l'air ambiant tandis que, une toiture à haut albédo atteindra une température maximale de 10 °C supérieure à celle de l'air ambiant.
Parois murales réfléchissantes	Watkins et al., 2007	Si tous les murs ont une bonne capacité réfléchissante, la température de la gorge pourrait être diminuée de 3 à 4 °C au point le plus chaud de la journée.
Pavés à hauts albedos	Rosenfeld et al., 1998	étude a estimé que l'installation de pavés à hauts albedos combinée à une stratégie de végétalisation pouvait réduire la température ambiante de la ville de Los Angeles de 0,6 °C
Installations d'eau	Bonin-Guillaume et al., 2005	L'étude porte sur l'utilisation d'un brumisateur dans un centre de gérontologie de Marseille. L'utilisation de cet appareil dans la salle de séjour où circulent les soignants et les résidents a entraîné une réduction de la température intérieure de 3 °C
Arbres et toits verts	Vergriete et Labrecque, 2007	Une extrapolation du potentiel d'interception des précipitations par les arbres publics de la ville de Montréal a mené à la conclusion que ceux-ci captent actuellement environ 2,2 % des eaux pluviales.
	Moran et al., 2007	La seconde étude a évalué que la capacité de rétention d'eau de pluie d'un toit végétalisé de 10 cm d'épaisseur est d'environ 60 %.
	Mentenset al., 2006	L'étude par modélisation a conclu que si 10 % des toits de Bruxelles étaient végétalisés, la réduction du ruissellement total serait de 2,7 %.
Etude effectuée	Chercheur/Année	Conclusion ²⁷
Puits de rétention	James, 2002; Albanese et Matlack, 1999	Les puits de rétention aident à réduire le ruissellement de l'eau pluviale jusqu'à 90 %
Revêtements	le Milwaukee Metropolitan Sewerage District, 2007	les pavés perméables et poreux permettraient l'infiltration de 70 à 80 % des précipitations pluviales annuelles
	Gilbert et Clausen,	les pavés perméables favorisent une plus grande filtration de polluants et

²⁷ Revue de littérature Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels Juillet 2009 institut national de santé publique Québec.

perméables	2006	un meilleur assainissement des eaux de ruissellement
Arrosage des pavés avec de l'eau recyclée	Yamagata et al., 2008	Le gain de fraîcheur provenant de l'arrosage de rues asphaltées avec de l'eau recyclée est de 8 °C le jour et de 3 °C la nuit
Éclairage artificiel et lumière naturelle	Salomon et Aubert, 2004	une lampe halogène de 500 W utilise seulement 6 % de l'électricité qu'elle consomme pour produire de la lumière, le reste se dissipant sous forme de chaleur
	Gagné et al., 2008	L'utilisation de lampes fluocompactes à faible consommation d'énergie contribue à réduire la quantité de chaleur dissipée
Densifier les centres urbains et limiter l'étalement urbain	Couttset al., 2008	réduire l'utilisation de la voiture et incidemment la production de chaleur et de pollution de l'air.
Mixité d'usages	Boarnet et Crane, 2001; Fischler et Lewis, 2005; Vivre en ville, 2004	Plusieurs études ont démontré que la mixité d'usages à proximité réduit la circulation automobile
Restreindre l'accès des véhicules automobiles	Vivre en ville, 2004	limiter l'accès et la circulation des véhicules, plusieurs mesures peuvent être combinées à de meilleurs services de transports collectifs et actifs, dont les tramways, les autobus et les vélos
Transport en commun	Vivre en ville, 2004	Les services de transport collectif répondant aux besoins des consommateurs (métro, autobus) et faciles d'usage, voire gratuits, permettront de réduire les effets néfastes du transport individuel. De plus, l'utilisation de véhicules moins énergivores et à faibles émissions polluantes peut améliorer la qualité de l'air et contribuer à la lutte aux îlots de chaleur urbains.
Transport actif	Health Scotland et al., 2008	Le transport actif non seulement concourt à réduire la chaleur anthropique liée aux transports motorisés, mais il est aussi bénéfique pour la santé humaine en encourageant l'activité physique
Climatisation passive	Déoux, 2004	La climatisation solaire peut générer des niveaux de froid de 7 à 12 °C, tandis que le puits provençal, par l'air insufflé, rafraîchit de 5 à 8 °C par rapport à l'air ambiant et permet de réduire la température de l'air intérieur du bâtiment de 3 °C et plus

La densité :

1. La densité bâtie :²⁸

Selon Merlin et Choay, la densité bâtie fait référence à l'emprise des bâtiments sur le parcellaire, elle prend en compte la surface utilisée et varie selon le mode d'occupation du sol.

$$D_b = \frac{\text{emprise au sol}(m^2) \times \text{nombre de niveaux}}{\text{surface de la parcelle}(m^2)} \quad \text{Équation 8}$$

D'autres paramètres liés à la densité :

$$\text{COS : coefficient d'occupation de sol} = \frac{\text{surface de l'emprise}(m^2) \times \text{nombre de niveaux}}{\text{surface totale}(m^2)} \quad \text{Équation 9}$$

$$\text{CES : coefficient d'emprise au sol} = \frac{\text{emprise au sol}(m^2)}{\text{surface de la parcelle}(m^2)} \quad \text{Équation 10}$$

Dans les villes ou une forte densité bâtie est générée par l'occupation presque totale des parcelles, l'effet de l'îlot de chaleur est important, contrairement à la campagne qui est beaucoup moins dense.

2. La densité végétale :²⁹

La densité végétale fait référence à tous les espaces verts (jardins, parcs, plantation d'arbres....) et leur rapport avec la surface totale du périmètre de calcul.

$$D_v = \frac{\text{surface végétale totale}}{\text{surface totale}} \quad \text{Équation 11}$$

La densité végétale caractérise la nature des textures urbaines et les types des surfaces, la répartition des surfaces végétales dans un tissu urbain influe sur le bilan des températures et l'humidité de l'air et permet d'atténuer les effets de l'îlot de chaleur.

3. Densités humaines :

Densité de population :³⁰

La densité de population et le rapport entre le nombre d'habitant et la surface considérée (en Ha ou Km²).

$$\text{Densité de population} = \frac{\text{nombre d'habitant}}{\text{surface considérée}} \quad \text{Équation 12}$$

Densité résidentielle :³¹

La densité résidentielle permet de mesurer l'occupation du sol par le logement et évaluer les besoin en équipement. C'est le rapport entre le nombre de logement et la surface considérée (en Ha ou Km²).

$$\text{Densité résidentielle} = \frac{\text{nombre de logement}}{\text{surface considérée}} \quad \text{Équation 13}$$

Densité d'emplois :³²

²⁸ OUAMEUR FOUAD, 2007..Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics. P51.

²⁹ OUAMEUR FOUAD, 2007..Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics. P51.

³⁰ Matthieu Adam. (Mars 2011). Densité : étude transversale de l'évolution de la forme urbaine d'un quartier de grands ensembles. Entre arguments environnementaux et perceptions habitantes. P12.

³¹ Idem. P13.

Exprimée en (emplois/Ha), la densité d'emplois estime la répartition spatiale de l'emploi, elle peut être globale ou spécifique à une activité précise.

$$\text{Densité d'emploi} = \frac{\text{nombre d'emplois}}{\text{surface considérée}}. \quad \text{Équation 14}$$

Densité d'activité humaine(DAH) : ³³

L'objectif de la densité d'activité humaine, développé par (Fouchier, 1997) est d'évaluer la densité d'occupation d'un espace. C'est-à-dire le nombre de personnes présentent dans une surface considérée. Elle permet aussi de faire une comparaison entre les différents tissus urbains, et peut être utilisée pour évaluer les besoin en structures et superstructures.

$$\text{DAH} = \frac{\text{nombre d'habitants} + \text{nombre d'emplois}}{\text{surface considérée}}. \quad \text{Équation 15}$$

Synthèse :

Tableau 5: Synthèses des recherches de la densité

Indicateur	Chercheur		Etude	Résultats
Densité Urbaine	Larivière et Lafrance 1996		L'étude est basée sur la consommation des 45 plus grandes villes canadiennes, les auteurs ont développés un modèle multi-variable de la consommation annuel d'électricité par habitant tout en tenant compte que les consommations industrielles et tertiaires sont non incluses.	La conclusion de cette étude est qu'une grande densité urbaine engendre une baisse de la consommation électrique par habitants, exemple donné dans l'article le passage de 1000 hab/km ² à 3000 hab/km ² réduirait la consommation par habitant de 7 %.
	Selon serge salat Chercheur au CSTB	Holden/al 2004 Mindali/ al 2004	Les recherches plus récentes sur l'intensité énergétique des formes urbaines aboutissent à des conclusions contrastées.	Ces auteurs concluent que de plus fortes densités réduisent la demande énergétique.
		Hui 2001 et Larivière/al 1999		Ces auteurs avancent au contraire que la plus forte densité peut accroître la demande énergétique à cause des restrictions sur la ventilation et l'éclairage naturels et sur les opportunités de gain solaire

³² Matthieu Adam. (Mars 2011). Densité : étude transversale de l'évolution de la forme urbaine d'un quartier de grands ensembles. Entre arguments environnementaux et perceptions habitantes. P12.

³³ Idem. P13.

	Newmann et Kenworthy 1989	Cette étude tend a démontré a l'échelle du territoire le lien entre la densité d'activité humaine et la consommation d'énergie pour les déplacements dans 32 grandes villes mondiales.	Cette étude confirme l'influence globale de la densité d'activité humaine sur les consommations d'énergie.
	Vincent Fouchier	Cette étude tend a démontré a à l'échelle régionale et en Ile de France le lien entre la densité d'activité humaine et la consommation d'énergie.	Cette étude confirme l'influence globale de la densité d'activité humaine sur les consommations d'énergie.

L'albédo :³⁴

L'albédo d'une surface est le ratio entre le flux de courte longueur d'onde global réfléchi et le flux incident correspondant.

L'albédo dépend de la forme des surfaces urbaine leur couleur, matériaux utilisés et la nature des revêtements utilisés.

Synthèse :

Tableau 6: Synthèses des recherches de l'albédo

albédo	*Simpson et McPherson [1997] *karlessi et al. (2009) *khaled athamena	*l'impact de couleur des toitures dans le désert d'arizona aux Etats-Unis. ¹ *potentiel des matériaux thermo-chroniques sur la quantité d'énergie absorbée. ¹ *comparé l'albédo solaire moyen de trois éco-quartier.	*la température d'un matériau diminue avec l'augmentation de l'albédo. *la quantité d'énergie absorbé augmente lorsque la température de surface est inférieur à la température de transition de 30°C et qu'elle diminue lorsque la température dépasse le seuil de transition. L'albédo des surfaces et le confort thermique sont fortement liés. En effet, plus une surface réfléchit l'énergie solaire et plus le risque d'inconfort des citoyens augmente puisque l'énergie solaire globale incidente s'ajoute à celle renvoyée par les surfaces.
---------------	---	--	---

³⁴ KHALED ATHAMENA.(Novembre2012).Modélisation et simulation des microclimats urbains : Etude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Cas des éco-quartiers. P211. AHMED OUAMEUR FOUAD, 2007..Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics. P58.

La compacité : ³⁵

La compacité est le rapport entre la surface d'enveloppe d'un bâtiment et son volume, exprimé par :

$$\text{La compacité} = \frac{S}{V}. \quad \text{Équation 16}$$

Plus la compacité d'un bâtiment est meilleure, plus les déperditions de chaleurs seront faibles.

La compacité d'un bâtiment dépend de :

Sa forme, sa taille et les caractéristiques de contact de l'enveloppe avec l'extérieur.

Afin d'évaluer l'impact de ses caractéristiques, le rapport $\frac{S}{V}$ peut être décomposé pour un bâtiment en :

$$\frac{S}{V} = \frac{1}{V^{1/3}} \times \frac{S}{V^{2/3}}. \quad \text{Équation 17 (Serge Salat 2011)} \text{D'où :}$$

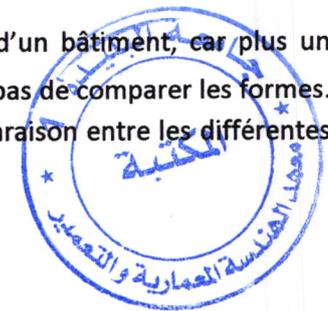
$\frac{1}{V^{1/3}}$: Facteur de taille d'un bâtiment. Plus le bâtiment est grand plus le facteur est petit.

$\frac{S}{V^{2/3}}$: Facteur de forme d'un bâtiment.

Cette décomposition exclut du rapport $\frac{S}{V}$ l'effet de la taille sur la compacité d'un bâtiment, car plus un bâtiment est grand plus il est compacte, mais reste un paramètre qui ne permet pas de comparer les formes. Contrairement au facteur de taille, le facteur de forme permet de faire la comparaison entre les différentes formes de volume égal et d'en déduire la meilleure compacité.

Synthèse :

Tableau 7: Synthèses des recherches sur la compacité



indicateur	Chercheur	Etude	résultat
Compacité	Serge Salat 2014	L'étude est faite sur 6 configurations de bâtiment en évaluant leur consommation d'énergie en termes de chauffage.	Plus ce ratio est important moins sont les besoins en chauffage. Par exemple des maisons isolées de compacité de 3.1 a une charge de chauffage de 75wh/m ² an; des duplex superposés en r+3 de compacité 1.25 consomme une énergie équivalente à 32wh/m ² an pour le chauffage.
Compacité	-Serge Salat, Loeiz Bourdic et Françoise Labbe 2013,p206	Etude des formes urbaines compacte sous l'effet des seuls facteurs de forme.	Une forme urbaine compacte a besoin, sous l'effet des seuls facteurs de forme, de 66 % de l'énergie d'une forme non compacte.

³⁵ Serge Salat, les villes et les formes. P186-198.

Volume passif : ³⁶

Le volume passif est défini comme le volume situé à moins de 2X la hauteur du plancher des parois extérieurs des bâtiments, c'est le volume éclairé et ventilé naturellement, il définit aussi le potentiel d'utilisation des systèmes passifs (éclairage et ventilation et chauffage naturels) d'où une bonne économie d'énergie, ainsi qu'une estimation préalable de la consommation de l'énergie.

Le volume passif, reste qu'un potentiel du fait que les zones passives doivent être traitées et bien isolées afin d'éviter les surchauffes en été et les déperditions en hiver.

Synthèse :

Tableau 8: Synthèses des recherches sur le volume passif

indicateur	Chercheur	Etude	résultat
Volume passif	Carlo Ratti ,Nick Baker, Koen steemers ³⁷	Ont effectué une analyse des trois textures de Londres, Berlin et Toulouse.	Plus l'indicateur est proche de 100, moins les bâtiments ou le voisinage ont besoins de système actifs pour l'éclairage et la ventilation. -La zone non passive consomme environ deux fois plus que les zones passives. Le volume passif dépend de la texture urbaine et des conditions climatiques

Le prospect : (ou ratio H/L) : ³⁸

C'est le rapport entre la hauteur moyenne d'un espace et sa largeur. Exprimé par :

$$\text{Pct} = \frac{Hm}{Lm}. \text{ Équation 18}$$

Plusieurs recherches considèrent le ratio H/L comme étant l'unité structurelle de base d'une entité urbaine, en effet ; d'après GIVONI(1998) le prospect, permet d'évaluer la plus petite distance entre façades susceptibles d'être exposées ou non aux rayonnements solaires. Aussi il peut modifier l'écoulement initial du vent. SANTAMOURIS, M. (2001).

³⁶ Serge Salat, Les villes et les formes. P184.

³⁷ Les villes et les formes, sur l'urbanisme durable, p173-184

³⁸ DJAAFRI (22juin2014), Forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils. P31.

Synthèse :

Tableau 9: Synthèses des recherches du prospect

Prospect	Ruros /2002	Il a étudié le confort thermique dans les espaces urbains par l'évaluation des condition de rayonnement à la base de simulations numériques avec le logiciel Solène	Les valeurs de Median Radiant Temperature (MRT) se réfèrent à des surfaces totalement ombragées, ii) surfaces ensoleillées, iii) surfaces ensoleillées disposant d'une protection locale contre le rayonnement solaire direct (100%).les valeurs de MRT sur une place sont différentes de celles sur une rue de dimension similaire.
	BOUCHERIBA FOUZIA	<p>- cas d'étude sur la ville Constantine logiciel de simulation (ENVI); simulation sur deux canyons situés respectivement sur les deux axes NE/SO, NO/SE a 1.60m en dessue de sol</p> <p>changement des deux paramètres : le ratio H/W et l'orientation H/W =4 H/W=1</p>	<p>La géométrie du canyon et son orientation par rapport à la course solaire et au mouvement de l'air est un paramètre très important affectant sans doute le confort thermique extérieur</p> <p>le ratio H/W = 4 offre plus de confort que le ratio H/W = 1 pour toutes les orientations</p>

Conclusion générale :

Les lectures et recherches qu'on a faites sur le microclimat urbain et l'identification des paramètres étudiés, nous ont aidées à déterminer leur influence sur la consommation énergétique de différentes échelles : ville et bâtiment. Cette influence peut être directe ou indirecte, sur le confort à l'intérieur du bâtiment, ou à l'extérieur pour les piétons et autres usagers et peut aussi être engendré par des phénomènes urbains ou naturels. Sur la base de l'influence de chaque paramètre étudié sur l'amplification ou la diminution de l'effet des autres indicateurs qu'on a pu aboutir à un modèle d'évaluation énergétique, la méthode est présentée ci-dessous :

Tableau 10: Potentiel d'analyse des indicateurs a l'échelle urbaine Source : Auteurs

Potentiel d'analyse	Indicateurs		Influence		Caractère	
			Direct	Indirect	Urbain	Naturel
Registres	Mobilité	Nombre cyclomatique	x		x	
		Indice α	x		x	
		Indice β	x		x	
		Indice γ	x		x	
		Indice de densité des rues	x		x	
		Indice de densité des intersections	x		x	
		Distance moyenne entre intersections	x		x	
	Ensoleillement	Admittance Solaire	x			X
	Ventilation	Porosité		x		X
		Rugosité		x		X
		Types d'écoulement		x		X
Effets aérodynamiques			x		X	
directionnalité			x		X	
Interfaces	Densité	C.E.S	x		x	
		Densité bati	x		x	
		Densité de Population	x		x	
		Densité Résidentielle	x		x	
		Densité vegetal	x		x	
	Compacité	x		x		
	Volume Passif	x		x		
	Ilot de Chaleur Urbain			x		X
Prospect			x	x		

Modèle d'évaluation :

Tableau 11: Modèle d'analyse des indicateurs a l'échelle urbaine Source : Auteurs

Modele d'analyse	Indicateurs		Performance	Influence	
Registres	Mobilité	Nombre cyclomatique	Variable	Indice+ Consom -	
		Indice α	0 - 1	Indice+ Consom -	
		Indice β	Variable	Indice+ Consom -	
		Indice γ	0 - 100 %	Indice+ Consom -	
		Indice de densité des rues	Variable	Indice+ Consom -	
		Indice de densité des intersections	Variable	Indice+ Consom -	
		Distance moyenne entre intersections	Variable	Indice- (> 100 m) Consom-	
	Ensoleillement	Admittance solaire	0 - 1	Indice+ Consom -	Hiver
				Indice+ Consom +	Été
	Ventilation	Porosité	0 - 1	Indice+ Consom -	
		Types d'écoulement	Pour une meilleure ventilation opter pour un $\frac{H}{L}$ entre 0.4 et 0.64	Influe sur le confort	
		Effets aérodynamiques		Influe sur le confort	
	Interfaces	Densité	C.E.S	0 - 1	Indice+ Consom +
Densité bati			Variable	Indice+ Consom +	
Densité de Population			Variable	Indice+ Consom +	
Densité Résidentielle			Variable	Indice+ Consom +	
Densité vegetal			0 - 1	Indice+ Consom -	
Compacité		Variable	Indice+ Consom -	Hiver	
			Indice - Consom -	Été	
V.P		0-100%	Indice+ Consom -		
Ilot de chaleur urbain prospect		Variable	Indice+ Consom +	Été	
			Indice+ Consom -	Hiver	
		Variable	Indice+ Consom -		

Classement des indicateurs :

Tableau 12: Classement des indicateurs selon leur influence Source : Auteurs

indicateurs	prospect	Densité	Ilot de chaleur urbain	Compacité	Volume passif	Mobilité	Ventilation	enseiillement	
prospect			x			x	x	x	4/7
Densité			x	x	x	x	x	x	6/7
Ilot de chaleur urbain	x	x			x	x	x	x	6/7
Compacité					x		x	x	3/7
Volume passif				x			x	x	3/7
Mobilité			x				x		2/7
Ventilation			x		x				2/7
Enseiillement			x		x				2/7

Le classement des indicateurs est présenté dans le diagramme suivant :

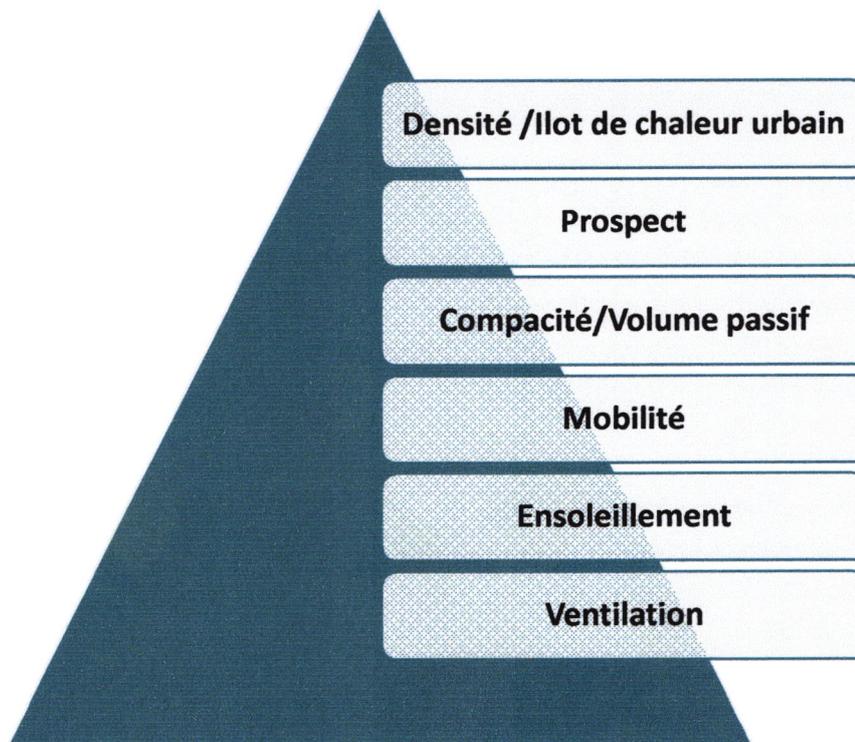


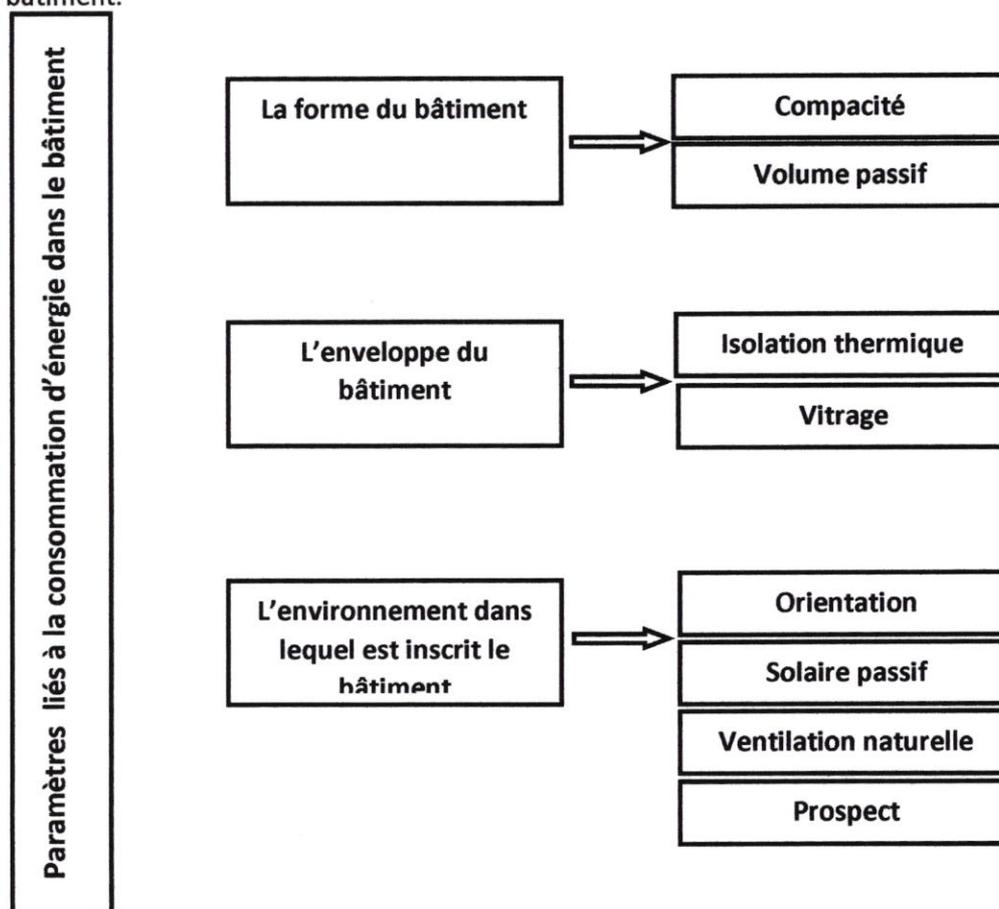
Figure 11 : Classement des indicateurs Source : Auteurs

4. Approche énergétique à l'échelle architecturale :

"L'efficacité énergétique est rapidement devenue l'un des grands enjeux de notre époque et les bâtiments en sont une des composantes majeures. Ils consomment plus d'énergie que tout autre secteur et contribuent donc dans une large mesure au changement climatique", souligne Björn Stigson, président du WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). En effet, plus d'un tiers de la demande énergétique dans le monde est utilisée dans le secteur résidentiel et tertiaire, soit plus de 40% de la consommation globale finale³⁹, ainsi que la consommation d'énergie par les équipements de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) dans les bâtiments varie de 16 à 50% de la consommation totale d'énergie.

Selon le rapport de l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE), en moyenne l'habitat en Algérie se situe dans la classe D en consommant plus que 151 kWh/m².an pour le chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire et éclairage.⁴⁰ Il représente le 3eme secteur le plus consommateur d'énergie après l'industrie et le transport avec 16% de la consommation globale.

De ce fait, les bâtiments jouent un rôle très important dans la dépense énergétique. Pour cela nous devons réfléchir aux procédés qui permettront sa réduction en prenant en compte les différents paramètres qui agissent sur le comportement thermique du bâtiment, dont des paramètres liés à la forme (cités dans l'approche énergétique précédente), d'autre liés à l'enveloppe et d'autre liés à l'environnement dans lequel est inscrit le bâtiment.



³⁹ La mise en place de la réglementation thermique et énergétique en Tunisie : Efficacité énergétique dans le bâtiment.

⁴⁰ Article sur internet de Razika Kharchi, CDER. Consulté le 27/06/16.

1. Paramètres liés à l'enveloppe du bâtiment :

1. Isolation thermique :

L'isolation thermique du bâtiment est un paramètre très important dans l'économie d'énergie et du coût, Généralement introduite dans les composantes de l'enveloppe afin de réduire les besoins en chauffage et en climatisation, ainsi une bonne isolation thermique dépend du choix et de l'épaisseur de l'isolant.

Formule : une bonne isolation thermique dépend fortement du coefficient de transmission thermique, ce dernier doit être le plus faible possible pour mieux réduire les échanges.

$$U = \frac{1}{R} \quad \text{Avec : } R = \frac{e}{\lambda} \quad \text{Équation 19}$$

Synthèse :

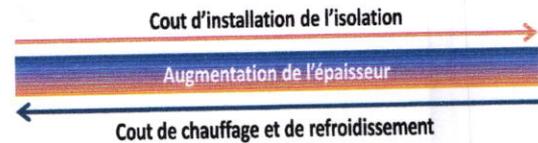


Figure 12 : schéma de l'influence de l'augmentation de l'épaisseur sur l'économie de l'énergie et du coût

Tableau 13: Les types d'isolant Source : Boursas Abderrahmane 2013

Les Types d'isolant ⁴¹	
Plusieurs familles d'isolants coexistent sur le marché. Le classement peut se faire suivant le mode d'isolation	
Isolation par emprisonnement d'air	Ces isolants piègent l'air dans les petites cavités qui se trouvent entre leurs fibres. Or l'air immobile est un excellent isolant avec un coefficient de conductivité thermique très faible. A savoir tous les isolants à base de fibres : Minérales (laines de verre, laines de roche,...) Animales (laines de mouton, plumes de canard,...) Végétales (fibres de bois, ouate de cellulose, chanvre, lin,...)
Isolation par gaz piégé	Le principe est le même que celui de l'air immobile mais dans ces isolants, l'air est remplacé par un gaz ayant un coefficient de conductivité thermique plus faible que celui de l'air. C'est le cas par exemple des mousses de polyuréthane, du polystyrène expansé et du polystyrène extrudé.
Isolation par le vide	Le vide est le meilleur isolant possible car, en l'absence de matière, les déperditions de chaleur par conduction et par convection ne peuvent pas s'opérer. Seul le transfert par rayonnement est possible (ACTIS, 2012).
Isolants minces réfléchissants	Produits très étanches à la vapeur d'eau en provenance de l'intérieur des logements pouvant donner lieu à des condensations importantes qui pourront provoquer le pourrissement du bois ou la corrosion du métal (Dessons, et al., 2011).
Les éléments d'isolation ⁴²	
Isolation des ponts thermique	Les jonctions avec la toiture.
	Les Jonctions Avec Les Menuiseries.
	Les poutres.
	Les jonctions avec les planchers intermédiaires et bas.
Isolation de la toiture	Isolation des combles perdus
	Isolation en rampant sous toiture
	Toiture terrasse
Planchers bas	L'isolant est mis en œuvre soit sous dalle flottante, soit sous dalle de terre-plein

⁴¹ Mr. BOURSAS Abderrahmane, étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation, Université Constantine 1, 2012-2013, Page : 80

⁴² Mr. BOURSAS Abderrahmane, étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation, Université Constantine 1, 2012-2013, Page : 81

2. Vitrages :

1. Taux De Vitrage

Le taux de vitrage est le rapport entre la surface totale de vitrage et la surface totale des façades du bâtiment, exprimé en % et noté Tv^{43} . **Formule : $TV = \frac{\text{Surface totale de vitrage}}{\text{Surface totale des façades du bâtiment}}$** Équation 20

2. Types De Vitrage

Le **simple vitrage** est le moins performant thermiquement mais laisse passer quasiment les calories solaires. Le **double vitrage** est moins performant thermiquement que le triple vitrage mais laissera davantage passer les calories solaires.

Le **triple vitrage** reste plus isolant que le double vitrage mais freinera davantage les calories solaires qui ne pourront pas arriver dans la maison.

2. Paramètres liés à l'environnement

1. Orientation

Selon J.BOUYER l'orientation du bâtiment, notée Or , correspond à la distance angulaire entre l'axe Ouest-Est et l'axe principal du bâtiment (axe de symétrie longitudinal dans le sens de la longueur L).⁴⁴ Comme le montre la figure suivante :

Selon J.BOUYER l'intervalle de variation est de :

Une variation de 0° à 90° de manière à avoir les deux dispositions extrêmes suivantes et leurs intermédiaires :

- Façade principale (côté L) plein Sud (0°).
- Façade principale plein Nord (90°).

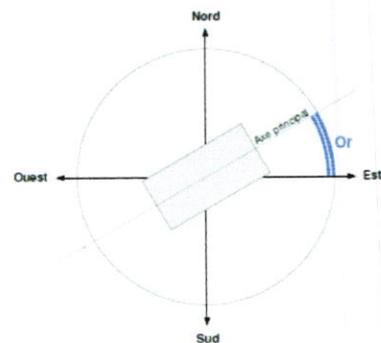


Figure 13 : Définition de l'orientation d'un bâtiment (J.BOUYER)

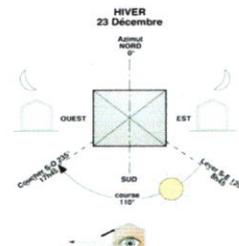
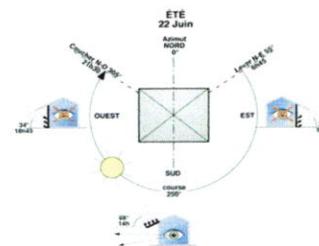
La bonne orientation d'un bâtiment dépend de :

- Les besoins en lumière naturelle.
- L'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou, au contraire, la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe.
- L'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraîchir en été.
- Les atouts et exigences du site.
- Et de nombreux paramètres tels que le type de vitrage, l'isolation des parois, l'inertie, l'orientation des bâtiments détermine les déperditions thermiques, les apports solaires, l'éclairage naturel.

⁴³ Julien Bouyer , le 16 Septembre 2009 , Modélisation et simulation des microclimats urbains Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments , École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes , Page : 167

⁴⁴ Julien Bouyer, 2009. Modélisation et simulation des microclimats urbains -Etude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments. P167.

Le soleil est souvent recherché l'hiver alors qu'on essaye de s'en protéger l'été :⁴⁵

Hiver	été
- En hiver, la course du soleil est limitée et seules les façades orientées au Sud apportent un complément solaire significatif par rapport aux besoins de chauffage.	- L'été, la course du soleil est beaucoup plus longue et plus haute. Les façades Est et Ouest font l'objet de surchauffe et devront être équipées de dispositifs de protection.
 <p>Figure14 : La course solaire en hiver.</p>	 <p>Figure 15 : La course solaire en été.</p>

En révélant les atouts et contraintes du site, les contradictions peuvent être ainsi dépassées d'une manière « passive », c'est-à-dire par l'orientation et la conception de l'enveloppe, sans recours à « l'actif ».

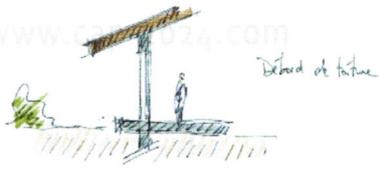
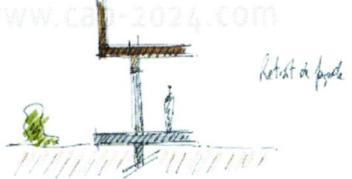
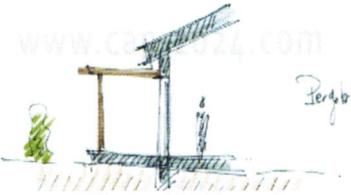
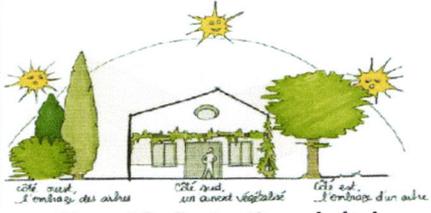
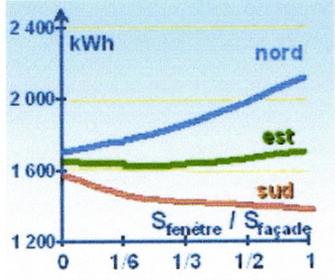
Synthèses des recherches :

Tableau 14: Synthèses des recherches sur l'orientation

Indicateur	Conclusion
orientation du bâtiment ⁴⁶	Une orientation Nord/Sud (c'est-à-dire qui offre une plus grande façade au sud) du bâtiment est préférée, car cette orientation est la plus passivement profitable et donne le meilleur compromis entre apports de chaleur et apports lumineux en toute saison (apports solaires d'hiver et facilement maîtrisables l'été) ; les expositions plein-Est et plein-Ouest nécessitent des protections solaires en été.

⁴⁵ BOURSAS Abderrahmane, 2013. Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation. P71.

⁴⁶ Site internet, Implantation et orientation des bâtiments.

<p>Protections solaires⁴⁷</p>	<p>Des techniques de protections solaires passives existent comme :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 16 : Débord de toiture.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 17 : Retrait de façade.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 18 : Pergola.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Figure 19 : Protection végétale</p> </div> </div>
<p>Orientation et taux de vitrage⁴⁸</p>	<p>Le graphe représente le rapport entre le taux de vitrage et la consommation en énergie de chauffage: On constate une sensible diminution des besoins de chauffage pour une orientation sud, alors qu'ils ne cessent d'augmenter pour une orientation nord.</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p>Figure 20 : Le rapport entre le taux de vitrage et la consommation d'énergie.</p>

2. Solaire Passif

Trois principes sont à prendre en compte dans le solaire passif : le captage, stockage et la distribution de l'énergie du soleil.⁴⁹

Une architecture adéquate permet d'exploiter le maximum d'énergie solaire en hiver et de ne pas laisser pénétrer celle-ci en été pour éviter les surchauffes ; l'énergie solaire est captée en hiver et introduite par de grandes ouverture (baies vitrées), puis absorbée sois par la maçonnerie lourde, les meubles ... etc. en s'assurant qu'elle ne s'échappe en utilisant des fenêtres renforcé en vitrage et

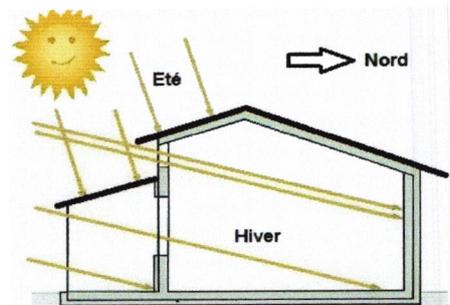


Figure 21 : Architecture solaire passive

⁴⁷ Orientation, couleur et protection des façades des bâtiments bioclimatiques.

⁴⁸ Architecture et Climat. M. Le Paige - E. Gratia - A. De Herde (1986).

⁴⁹ BOURSAS Abderrahmane, 2013. Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation. P72.

en isolant les murs et les planchers. Cette énergie captée et emmagasinée à l'intérieur est restituée et distribuée lentement comme le ferait un radiateur à inertie.

Trois configurations principales dominent solaire passif :

- Le système à gains directs par les vitrages ;
- Le système à mur Trombe ;
- Le système couplant les deux précédents : serre accolée à une maçonnerie.⁵⁰

La récupération directe passive de l'énergie solaire associée à une bonne isolation extérieure du bâti constitue la méthode la plus efficace et la moins coûteuse pour réaliser des logements à basse consommation d'énergie, avec des installations techniques traditionnelles. Il est possible d'atteindre une réduction de 30 à 40 % des dépenses énergétiques de chauffage par rapport à la construction neuve répondant à la réglementation thermique de 2005.⁵¹

3. Ventilation naturelle :

La ventilation dans le bâtiment⁵² : c'est une méthode utilisée dans le but d'obtenir l'air frais nécessaire afin d'extraire l'air pollué et préserver un climat intérieur sans poussières, cette dernière nous permet de contrôler la température pour le confort aux occupants.

La ventilation naturelle: elle se base sur la pression liée au vent et/ou à la variation de température.

Le tirage thermique: Il est provoqué par les forces de mouvement de la masse d'air chauffée placée dans un environnement plus froid il dépend aussi de la distance verticale séparant les ouvertures. Son fonctionnement est ainsi en période de chauffage l'air chauffé devient plus léger, il remonte à la partie haute du conduit au même temps l'air extérieur (plus froid et plus dense) pénétrant par les entrées d'air tend à combler ce vide. La circulation de l'air qui en résulte assure la ventilation. La pression motrice due au tirage thermique est proportionnelle à la hauteur du conduit de ventilation et à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur. Formule de calcul $pm = 0.44 \times H \times (Ti - Te)$. Équation 21

Ventilation par cheminées : C'est une ventilation qui repose sur l'effet de tirage thermique, et qui peut être assistée par le vent si la sortie est conçue pour être toujours dans des zones de pression négative. Le bon fonctionnement de la ventilation par cheminée implique que la température de l'air dans la cheminée soit la plus chaude possible, et cela sur la plus grande hauteur possible.

Ventilation par atrium : L'atrium comble de nombreuses fonctions, Source de lumière naturelle. Joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante.

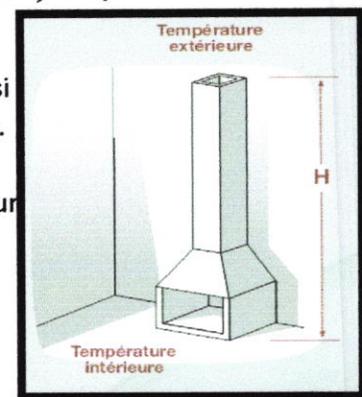


Figure 22 : Ventilation par cheminée (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016)

⁵⁰ Site internet : www.jeuxsauvermaplanete.com.

⁵¹ Site internet : <http://www.global-chance.org>.

⁵² Cour MdmMaachi ventilation naturelle 2016 page 5

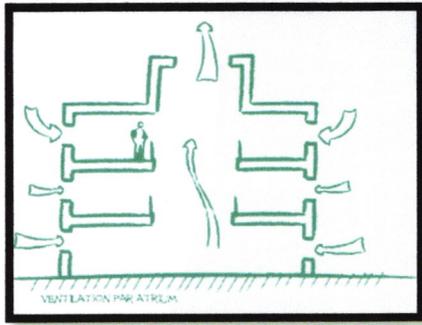


Figure 23 : Ventilation par atrium (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016)

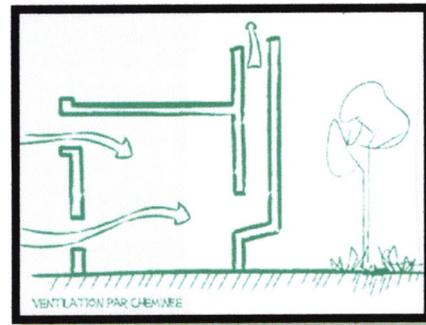


Figure 24: Ventilation par cheminée (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016)

le vent : Les passages qui mettent en communication le logement avec l'extérieur (grilles de ventilation, débouchés des conduits en toiture...) sont soumis à des pressions différentes qui entretiennent une circulation de l'air à travers le logement.

Ventilation d'un seul côté mono exposé⁵³ : L'efficacité de cette configuration se limite, en général, à une profondeur de la pièce inférieure ou égale à 2 fois la hauteur sous plafond. On considère qu'une profondeur de 6 mètres est le maximum pour avoir une ventilation efficace dans toute la zone. la ventilation est relativement assurée si et seulement si la hauteur de l'ouverture est grande, que ce soit par tirage thermique ou par effet du vent.

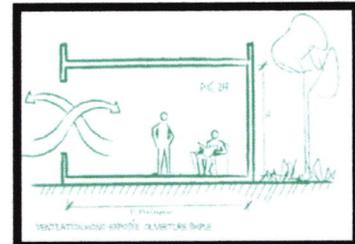


Figure 25 : Ventilation d'un seul côté mono exposé (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016)

Deux ouvertures en façade on peut avoir une ventilation mono-exposée avec deux ouvertures placées à une hauteur différente. Dans ce cas, l'effet du tirage thermique, car la facilité de mettre en place du débit d'air qui résulte de la séparation physique entre l'entrée et la

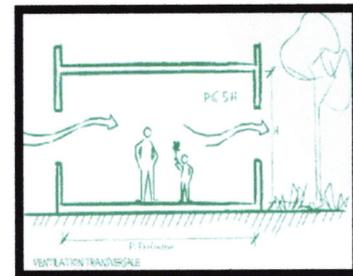


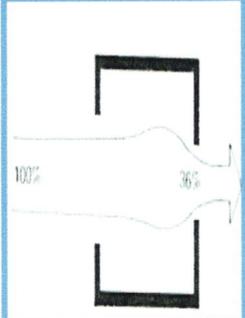
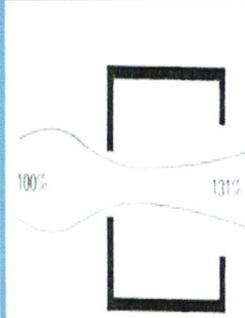
Figure 26 : Ventilation par 2 ouvertures en façades (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016)

sortie d'air.

Synthese :

<p>Influence sur la ventilation de l'orientation des fenêtres par rapport au vent</p>	<p>Sous l'effet du vent, la ventilation est due essentiellement à une zone de haute pression et à une zone de basse pression devant et derrière le bâtiment</p>	
---	---	--

⁵³ Cour MdmMaachi ventilation naturelle 2016 page 5.

Influence des dimensions de la fenêtre	Si la dimension de l'entrée est plus grande que la sortie, la vitesse du vent est réduite; à l'inverse, si l'entrée est plus petite, la vitesse de sortie du vent est augmentée		
--	---	---	---

Les simulations :

Après avoir développé un modèle d'évaluation énergétique à l'échelle urbaine grâce à l'étude des indicateurs liés à la morphologie urbaine, on entame par la suite une étude des paramètres qui peuvent influencer la consommation énergétique à l'échelle du bâtiment et ce grâce à des logiciels de simulation nommés « izuba energies », avec une approche monovariante qui consiste à varier la valeur d'un indicateur à chaque simulation.

Les paramètres d'entrée :

1. **Les Dimensions** : l'archétype choisit est de dimensions de $3*3*3 \text{ m}^3$ sans obstacle.

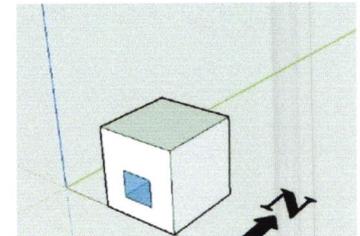


Figure 27 :L'archétype choisit. Source: Auteurs (dessiné sur sketch up)

2. **Les Parois** :

Tableau 15: Composition du Mur

Composition	Epaisseur	λ	R
Enduit extérieur	2 cm	1.15	0.02
Brique creuse de 10 cm	10 cm	0.48	0.21
Lame d'air	1.5 cm	0.09	0.16
Brique creuse de 10 cm	10 cm	0.48	0.21
Enduit plâtre	2 cm	0.35	0.06
	25.5 cm		0.66

3. **Les ouvertures** : la fenêtre de type « LSV Aluminium », $U=3W/m^2.K$.
4. **Le taux de vitrage** : il est fixé à 10%.
5. **L'orientation** : plein sud.

Le protocole de simulation :

1. **Orientation** : l'orientation de la façade vitrée est varié par un pas de 30° ce qui totalise 12 simulations.

Tableau 16: Protocole de simulation de l'orientation

0°	120°	240°
30°	150°	270°
60°	180°	300°
90°	210°	330°

Tableau 17: Protocole de simulation du taux de vitrage

2. **Taux de vitrage** : il est varié par un pas de 10% jusqu'a atteindre les 100% de vitrage ce qui totalise 10 simulations.

10 %	40 %	70 %
20 %	50 %	80 %
30 %	60 %	90 %
		100 %

Tableau 18: Protocole de Simulation du prospect

3. **Prospect** : le pas de variation du prospect est égale a H/W=0.5 ce qui totalise 11 Simulations.

H/W= 0	H/W = 2	H/W = 4
H/W= 0.5	H/W = 2.5	H/W = 4.5
H/W = 1	H/W = 3	H/W = 5
H/W = 1.5	H/W = 3.5	

Tableau 19 : Protocole de simulation du types de vitrages

4. **Types de Vitrages** : la variation du vitrage est faites par rapport au coefficient de transmission U et au couche de vitre (du simple au triple).

Simple Vitrage U=6	Double Vitrage U= 2.7
Simple Vitrage U=5.7	Double Vitrage U= 2.9
Simple Vitrage U=5.1	Double Vitrage U= 3.1
Double Vitrage U= 1.3	Double Vitrage U= 3.3
Double Vitrage U= 1.8	Triple Vitrage U= 2.1

Tableau 20: Protocole de simulation du volume passif

5. **Volume Passif** : pour une variation du Volume passif du 100 % au 25 %, la hauteur et la largeur a été fixé à 3m tandis que la profondeur varie de 3m a 24m.

(3*3*3) 100%	(3*3*16) 37.5%
(3*3*8) 75%	(3*3*18) 33 %
(3*3*10) 58%	(3*3*20) 30 %
(3*3*12) 50%	(3*3*22) 27 %
(3*3*14) 43%	(3*3*24) 25 %

Tableau21:Protocole de simulation de la compacité (taille)

6. **Compacité (La Taille)** : pour une variation de la compacité due 1.63 (compacité de l archétype), la hauteur a été fixé a 3 m et la profondeur et la largeur est variable de 6m a 60 m.

Cp=1.67 (3*3*3)	Cp=0.7 (3*11*11)
Cp=1 (3*6*6)	Cp=0.6 (3*15*15)
Cp=0.9 (3*7*7)	Cp=0.5 (3*24*24)
Cp=0.8 (3*8*8)	Cp=0.4 (3*60*60)

7. **Compacité (Le Mode de contact)** : la variation pour ce cas est d'ajouter des mitoyennetés.

Tableau 22:Protocole de simulation de la compacité(M.C)

0	1.67	3 façades (ouest+est+nord) et toiture	0.3 3
1 façade (ouest)	1.33		
2 façades (ouest+est)	1		
3 façades (ouest+est+nord)	0.67		

8. **Isolation thermique** : dans ce cas nous simulerons une variation des matériaux d'isolation avec une épaisseur fixe égale à 1.5 cm, ensuite on statuera sur le meilleur matériau d'isolation et on variera selon sa mise en œuvre (isolation par intérieur, isolation par extérieur) sur Mur, Toit et Mur + Toit en même temps.

Tableau 23: Protocole de simulation de l'isolation thermique

Epaisseur fixe : 1.5 cm	Polystyrène extrudé par l'intérieur)		Polystyrène extrudé par l'extérieur)		Polystyrène extrudé par l'extérieur)
	Mur	Toit	Mur	Toit	
Lame d'air					Mur et Toit
Laine de mouton	1.5 cm		1.5 cm		1.5 cm
Laine de roche	5 cm		5 cm		5 cm
Liège	7 cm		7 cm		7 cm
Panneaux de cellulose	9 cm		9 cm		9 cm
Polystyrène expansé	11 cm		11 cm		11 cm
Polystyrène extrudé	14 cm		14 cm		14 cm

Les Résultats :

Pour la présentation des résultats une corrélation entre les différents paramètres et leurs indices de performance énergétique donne le potentiel de réduction des besoins énergétiques suivant les variations paramétriques choisies. L'étude est réalisée pour les besoins annuels en chaud et en froid. L'outil développé se présente sous forme de diagramme Radar.

1. **Orientation** : Les données de sortie des simulations montrent que la meilleure orientation pour le site considéré est l'orientation nord en été avec un potentiel de réduction de 19% et l'orientation sud-ouest (210°) avec un potentiel de réduction de 17%. La réduction des besoins totaux est de 3% dans l'orientation plein sud (180°) (figure...).

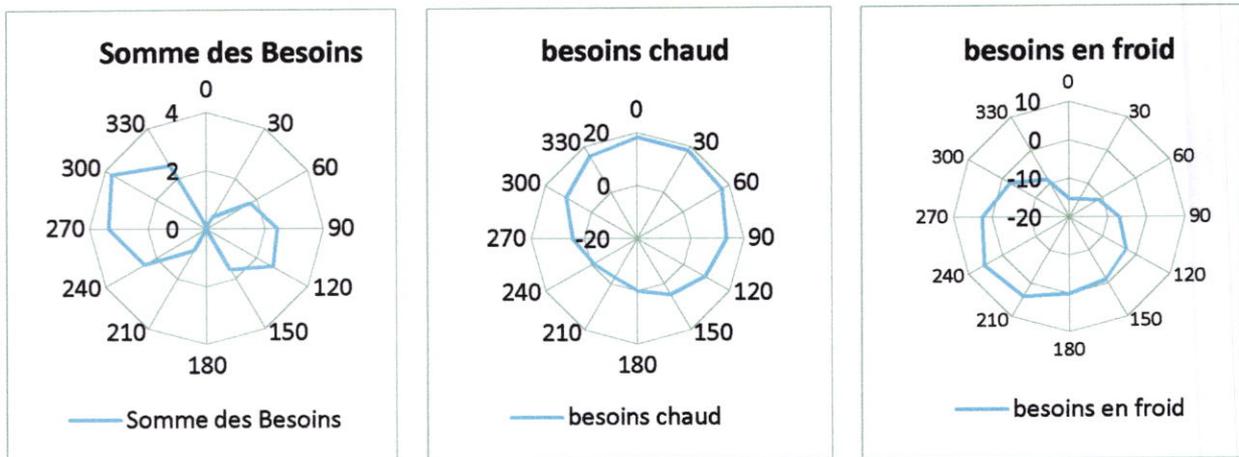


Figure28: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'orientation Source : Auteurs

2. **Taux de vitrage** : Pour diminuer les charges de chauffage et de climatisation simultanément, le taux de vitrage recommandé est de 10% dans ce cas, la réduction est d'environ 27%, même pour la charge de climatisation, mais l'augmentation du taux de vitrage jusqu'à 100% favorise la diminution des besoins en chauffage de 19% dans la façade sud (figure....).

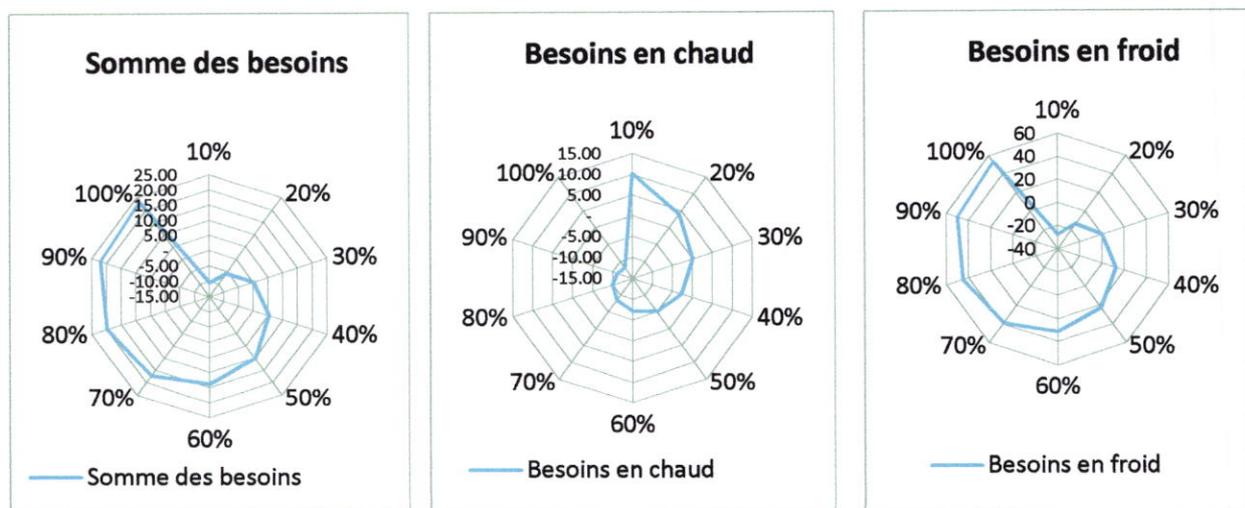


Figure 29: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au taux de vitrage Source : Auteurs

3. **Prospect** : La réduction de la valeur du prospect jusqu'à 0.5 contribue à la réduction de la consommation d'énergie Jusqu'à 3.42% des besoins en chaud mais qui augmente les besoins en froids d'un pourcentage de 11,66%.

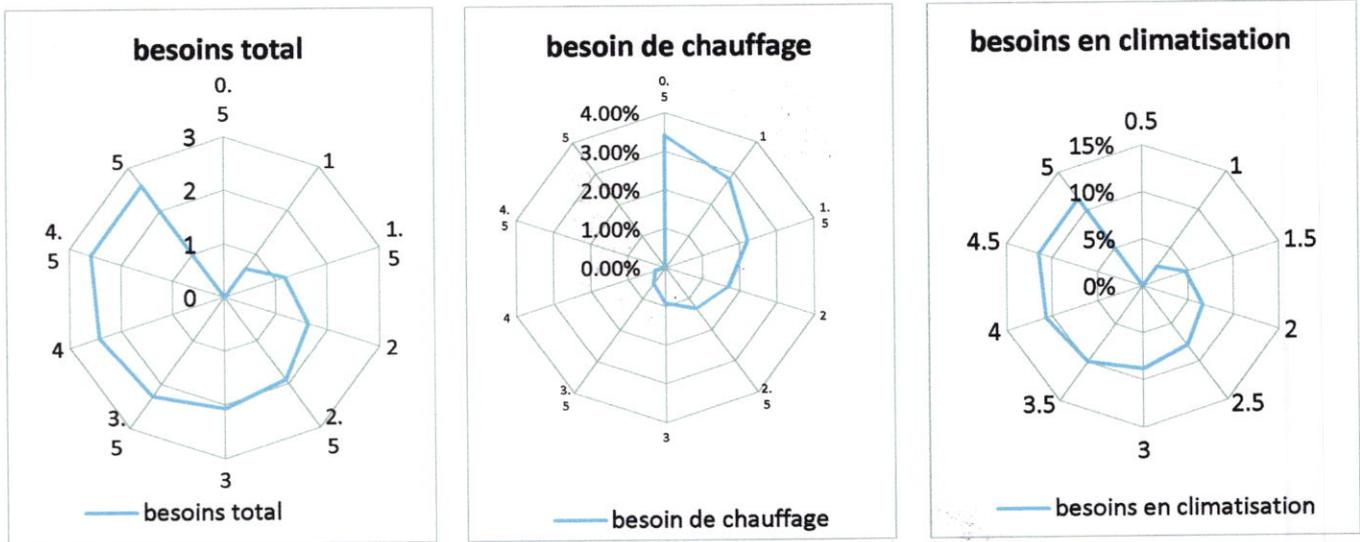


Figure 4: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au Prospect Source : Auteurs

4. **Types de Vitrages** : Les résultats montrent que le meilleur type de vitrage est le double vitrage avec un potentiel de réduction de 11% des besoins totaux.

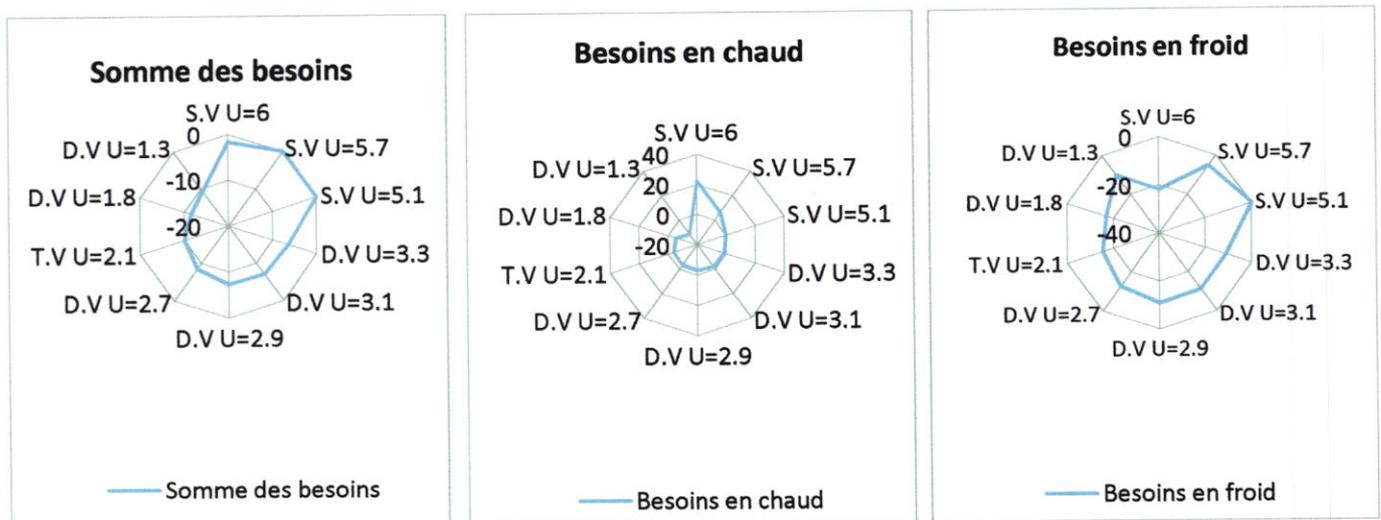


Figure 31: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au types de vitrage Source : Auteurs

5. Volume Passif : La réduction du volume passif induit une réduction des besoins en froid de 24% mais augmente les besoins en chaud de 58%.

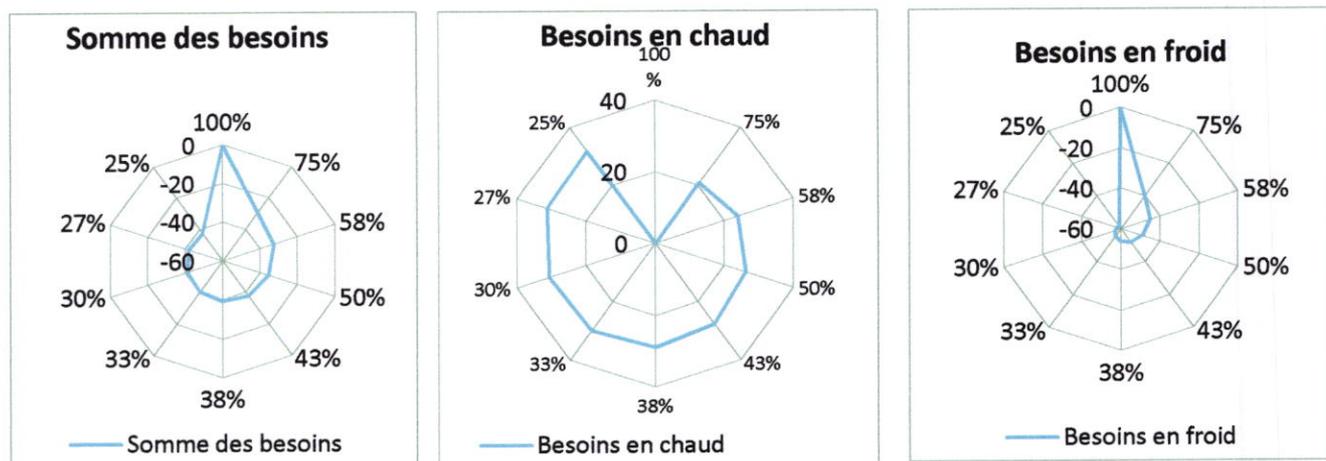


Figure 32: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au volume passif Source : Auteurs

6. Compacité :

L'augmentation de la compacité du bâtiment induit une réduction de la consommation d'énergie avec un potentiel de réduction d'environ 60% des besoins de chaud, 54% des besoins en froid et de 53% des besoins annuels.

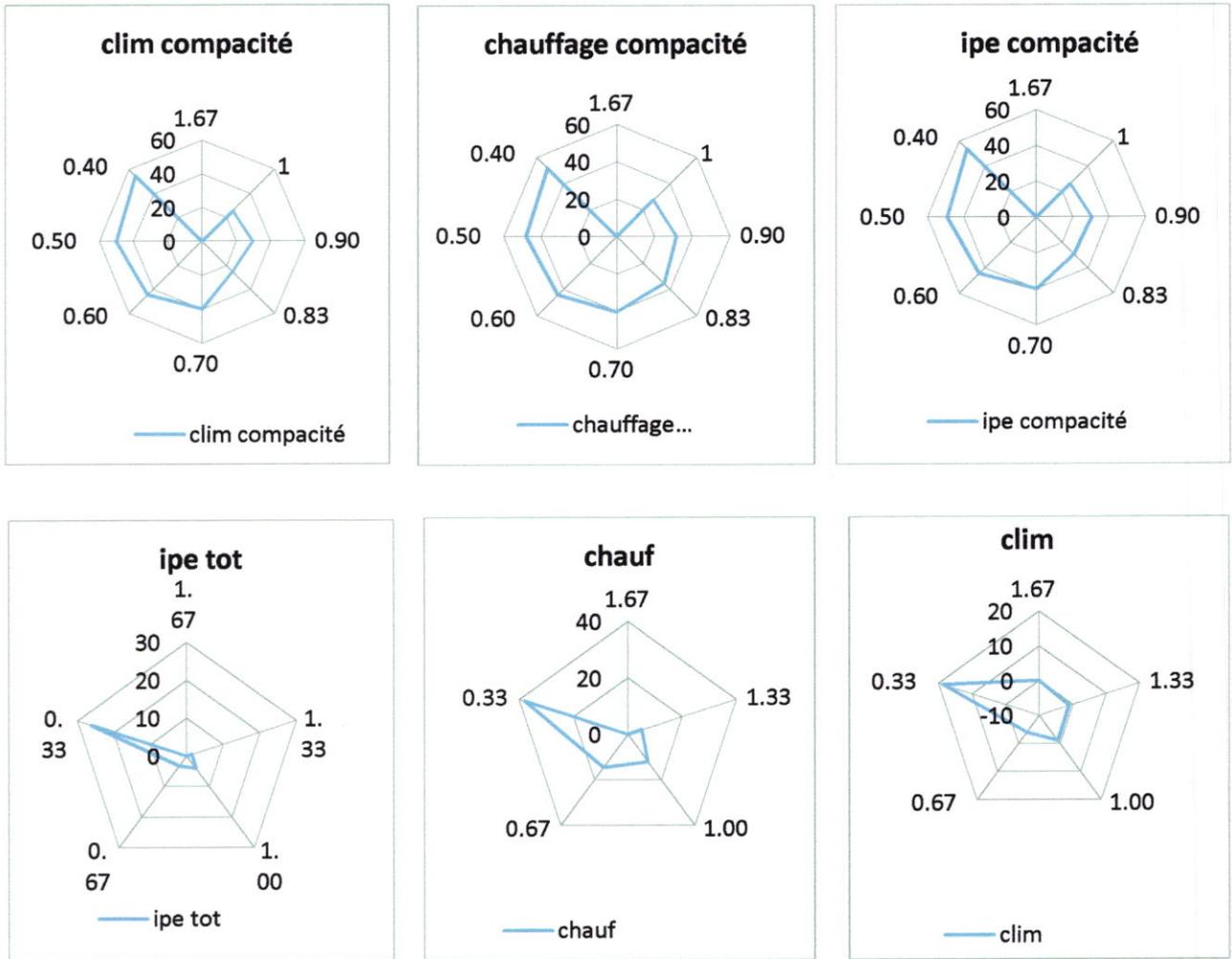


Figure 33: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à la compacité Source : Auteurs

7. L'isolation : Les résultats montrent que l'augmentation de l'épaisseur de l'isolant jusqu'à 14 cm réduit la consommation d'énergie jusqu'à 67% pour les besoins en chaud, 27% pour les besoins en froid et 43% pour les besoins en énergie annuels.

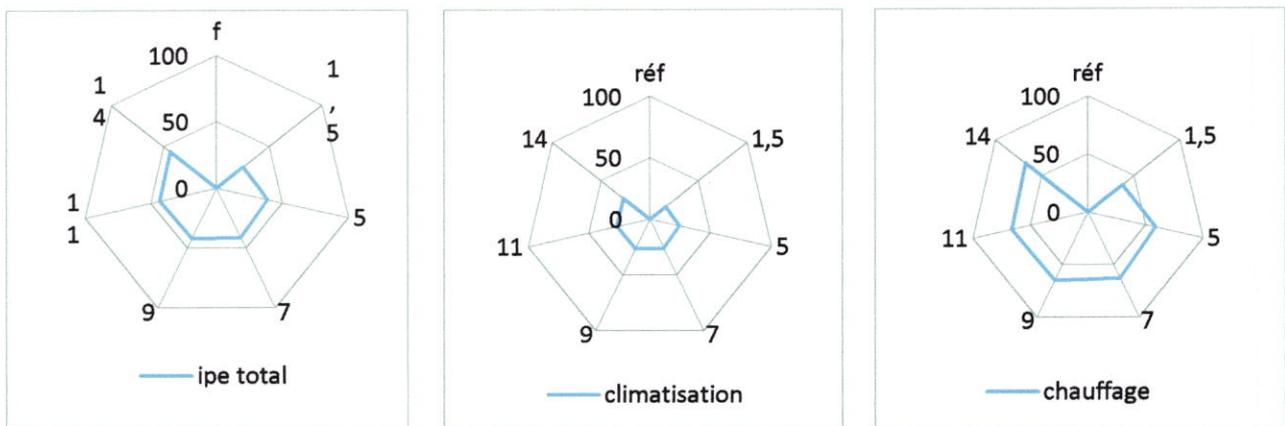


Figure 34 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'isolation du mur et du toit/source : auteurs

Conclusion :

Toutes ces recherches et simulations nous en permis de définir les paramètres qui influent le plus sur les besoins énergétiques d'un bâtiment, tel que la compacité avec un taux de 53.73% suivis de l'isolation avec un taux de 43.93% sur les besoins totaux annuels en chaud et en froid. Alors afin de garder le même confort à l'intérieur du bâtiment tout en réduisant sa dépense énergétique il faudrait d'abord bien réfléchir la forme de la conception architecturale, puis la composition des parois de l'enveloppe avec le taux et types de vitrage adéquats pour limiter les déperditions thermiques, sans oublier le volume à chauffer ou à rafraichir ainsi que l'emplacement et l'orientation du bâtiment. Un graphe qui résume les résultats obtenus des simulations est présenté ci-dessous et qui permet de comparer entre les besoins énergétiques engendrés par la variation de chaque indicateur ce qui nous a aidé à les classer selon leur degré d'influence sur la consommation d'énergie globale du bâtiment comme le montre le diagramme.

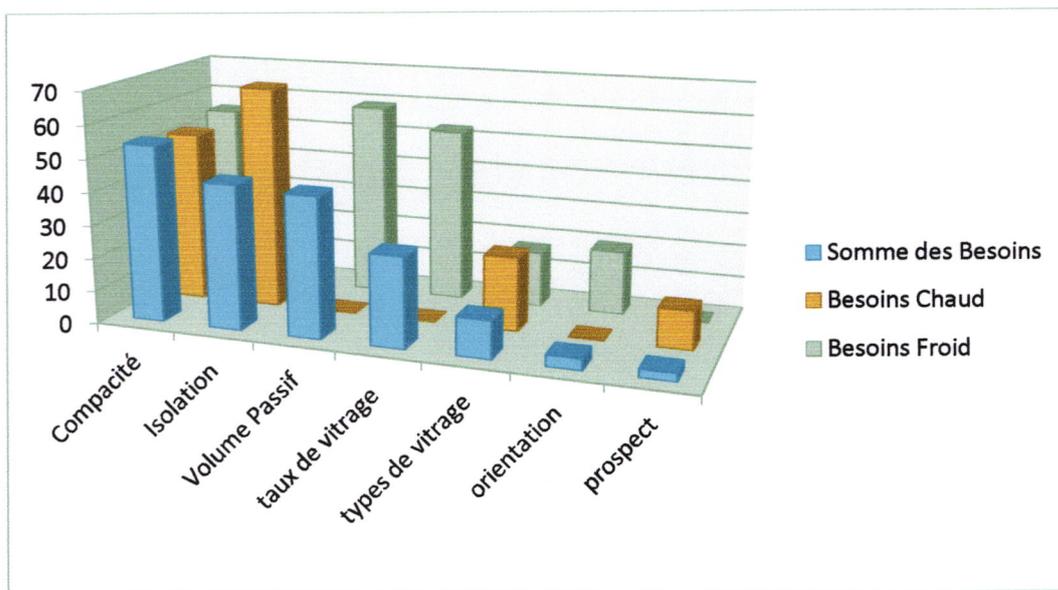


Figure 35 : Comparaison entre les indicateurs (Source : Auteurs)

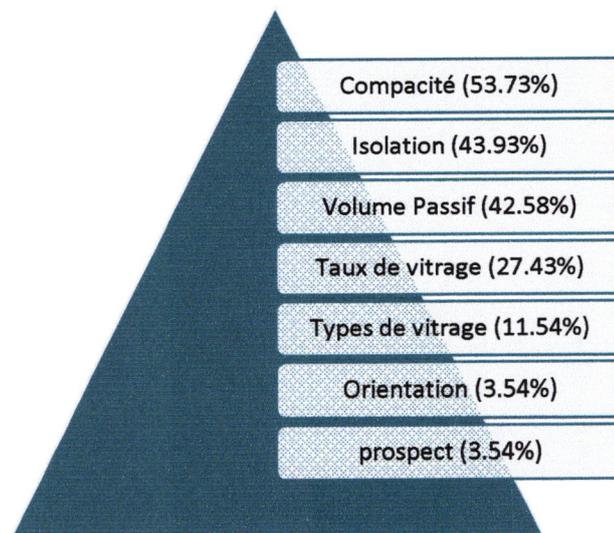


Figure 36 : Classement des indicateurs (Source: Auteurs)

Thématique urbaine :

L'objectif de notre analyse thématique est l'aboutissement à des connaissances de base de la conception d'un éco-quartier, de ce fait une définition de ce concept sera présentée ainsi que ses principaux objectifs et une analyse d'exemple.

Définition d'un éco-quartier :

Un éco-quartier est un projet d'aménagement urbain, généralement conçu sur une friche urbaine, sur des terrains non urbanisés ou suite à une opération de réhabilitation ou rénovation d'un bâti existant. Visant à réduire son empreinte écologique en intégrant les principes du développement durable⁵⁴ est la prise en compte des différents enjeux environnementaux, sociaux et économiques et de satisfaire une ou plusieurs des exigences suivantes⁵⁵ :

- ✓ Le choix d'un site pertinent.
- ✓ La proximité et les solutions alternatives aux voitures.
- ✓ La mixité sociale et fonctionnelle.
- ✓ La diversité spatiale et la lutte contre l'étalement urbain.
- ✓ La sobriété énergétique.
- ✓ La conception d'espaces publics structurants.
- ✓ Le renforcement de la biodiversité.
- ✓ La gestion des déchets.
- ✓ Le respect du cycle de l'eau.
- ✓ L'implication des habitants.⁵⁶

Analyse d'exemple :

Rieselfeld, Freiburg (Allemagne)	
Présentation	
Type d'opération	Une opération neuve sur un foncier vierge. ⁵⁷
Situation	Le quartier se situe à l'ouest de Freiburg à 5 Km du centre ville. ⁵⁸
Superficie	70 Ha. ⁵⁹
Chronologie	Conception : 1990 – 1991 ⁶⁰ Réalisation : 1994 – 2010
Phases d'aménagement	Aménager en quatre tranches
Programme	4 000 logements pour 10 000 habitants et 1000 emplois. ⁶¹
Objectifs ⁶²	— Priorité au transport en commun, ainsi qu'au déplacement piétonnier et cycliste.

⁵⁴ Article de Roger DUBUIS, ASH SUISSE, Habitation Septembre 2008. Voyage étude à Freiburg, à la rencontre de deux modèles d'éco-quartier.

⁵⁵ Le conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement de la Sarthe, Place du marché, Quartier Vauban, Fribourg Allemagne.

⁵⁶ Idem.

⁵⁷ Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

⁵⁸ Article : Guide des éco-quartiers en Europe. ADEME Convention pour Energie-Cités, 2007.

⁵⁹ Idem.

⁶⁰ Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

⁶¹ Nouvelles formes d'habiter, nouvelles formes d'habitat : Le cas de Freiburg Im Breisgau Allemagne.

⁶² Article : Guide des éco-quartiers en Europe. ADEME Convention pour Energie-Cités, 2007.

	<p>_ Bonne intégration des infrastructures publiques et privées dès le commencement du chantier.</p> <p>_ Des espaces vert publics et privée ainsi que des centres de loisirs de haute qualité.</p> <p>_ Des orientations sur des objectifs écologiques : standards de construction à basse consommation d'énergie (65kWh/m²/an), réseau de chauffage centralisé alimenté par une centrale de cogénération (chaleur et électricité), intégration de l'énergie solaire, un concept de récupération de l'eau de pluie ; aménagement de la zone environnante en réserve naturelle.</p> <p>_ Un principe d'urbanisme flexible comportant des possibilités d'adaptation en prévision de développements futurs, au-delà de ceux qui se font actuellement.</p>		
Analyse			
Viaire	Occupation ⁶³	30 Ha, soit 40% de la superficie du quartier.	
	Hiérarchisation	Une hiérarchie claire des voies, le quartier est branché sur voie urbaine, elle constitue l'axe principal autour duquel se structure le quartier se terminant en impasse et ne reçoit aucune circulation de transit. Une voie périphérique entoure le quartier qui permet de le relier avec les structures avoisinantes.	
	Offre de mobilité ⁶⁴	Moyen de transport en commun	Une ligne de tramway au cœur qui relie le quartier au centre ville. Accès facile au réseau de transport en commun, aucun logement n'est situé à plus de 400m d'un arrêt de tramway. Des lignes de bus irriguent le quartier. ⁶⁵
		Voiture	- Une Zone 30 km/h qui dessert le quartier. - Une Zone 10 km/h dans les espaces de rencontres. _ Une large part du quartier sans voiture.
		Vélo et piéton	- Un plan de maillage et de cheminements continus, paysagés, adaptés, - une qualité d'usage et d'accessibilité des liaisons piétonnes et des itinéraires, - Des ambiances attractives, tranquilles, paisibles. - Réseau de pistes, qualité d'usage et continuité des linéaires cyclables. - Nombreux arceaux, abris sécurisés et rangements protégés pour le stationnement des vélos.
		Stationnement ⁶⁶	Réduction des aires de stationnement en surface avec une offre globale de 337 voitures pour 1000 habitants.
		Evaluation de la mobilité ⁶⁷	Nombre de nœuds (N) =139.
	Nombre de liens (L) =237.		
Bâti	Habitat	15 Ha soit 20%. ⁶⁸	Une diversité de forme, d'architecture et de matériaux.
	Equipements publics	7 200 m ² soit 10.27%. ⁶⁹	
		Varient entre R+2 et R+5. ⁷⁰	

⁶³ Source : auteurs. Calculé depuis Google Earth.

⁶⁴ Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

⁶⁵ Article : Impact de la politique d'aménagement sur la mobilité : Cas des éco-quartiers de Vauban et Rieselfeld à Fribourg.

⁶⁶ Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

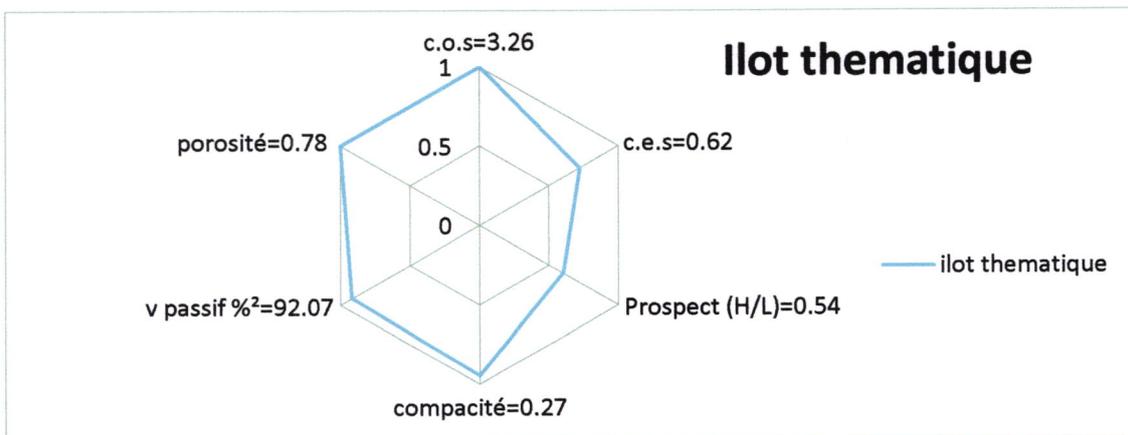
⁶⁷ Source : Auteurs. Calculé depuis Google Earth.

⁶⁸ Idem.

⁶⁹ Idem.

Parcellaire	Gabarits	Absence de cloisonnement, et les îlots sont ouverts et délimités par des espaces verts structurants
	Disposition du bâti	Immeubles en bande ou maisons mitoyennes. Absence d'habitations individuelles. ⁷¹
	Géométrie	Régulière.
	Typologie	Séparation entre parcelles destinées à l'habitation et aux équipements du quartier.
	Densité⁷²	Densité finale brute : 58 logements / Ha. Densité nette finale : 98 logements / Ha.
Espaces publics	Géométrie	Régulière (rectangulaire)
	Hiérarchisation	La hiérarchisation des espaces entre l'échelle urbaine et architecturale se fait par une modulation entre espace public, semi public et privé. ⁷³ Les cœurs et interfaces d'îlots sont aménagés en espaces verts, des coulées vertes, jardins, aires de jeux et les toits végétalisés. ⁷⁴
	Végétation	Le vert est partout dans la rue, au pied des immeubles, le long des murs, dans les balcons et jusqu'aux toits-terrasses et toitures végétalisées. Ces espaces verts sont bien entretenus pour favoriser la biodiversité à l'intérieur du quartier. ⁷⁵
	sécurité	Tous les espaces publics sont visibles des maisons environnantes ce qui évite le sentiment d'insécurité. ⁷⁶

Nous avons effectué aussi des calculs des différents indicateurs liés à l'évaluation énergétique de cet éco-quartier tels que : le CES, COS, Prospect, Compacité, Volume passif et Porosité d'où on a pu déterminer le meilleur îlot dont les résultats vont être présentés dans le diagramme suivant et qui vont être la première base de données paramétriques pour la conception de notre éco-quartier :



⁷⁰ Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

⁷¹ Idem.

⁷² Nouvelles formes d'habiter, nouvelles formes d'habitat : Le cas de Freiburg Im Breisgau Allemagne.

⁷³ Freiburg : développement durable et efficacité énergétique.

⁷⁴ Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

⁷⁵ Idem.

⁷⁶ Idem.

Thématique architecturale :

Notre objectif à partir de ce travail, est l'initiation et apprentissage de la méthodologie de programmation à travers une analyse détaillée de la composition des espaces de l'objet d'étude pour la conception d'une clinique spécialisée mère et enfant sur notre aire d'intervention au niveau de la ville de Boufarik.

Ainsi notre recherche thématique a pour but d'élaborer un socle de données afin de déterminer le principe ; l'évolution et les besoins de notre projet ainsi que les activités qui s'y déroulent et les types des espaces qui s'y adaptent, car il n'est pas possible d'entamer une conception architecturale sans avoir des connaissances et un maximum d'informations sur le projet à réaliser puisque cette approche représente une source d'inspiration créative pour arriver à la conception finale.

Alors que est ce qu'une clinique ?

La clinique est une section d'établissement hospitalier public ou privé généralement spécialisé, intégrant des techniques de soins sophistiquées pour faciliter le travail du personnel soignant et qui traite une ou différentes spécialités à la fois.⁷⁷

Notre choix s'est donc porté sur la conception d'une clinique spécialisée mère et enfant, c'est une spécialité qui traite la femme avant et après l'accouchement et son enfant (nouveau né).

Les principales fonctions assurées par cette clinique sont:

L'administration, la gestion technique et la gestion des déchets.

L'urgence, les consultations, les soins, le traitement et l'hébergement.

Ces fonctions sont prises en charges par différents services :⁷⁸

- Service gynéco-obstétrique.
- Service de chirurgie (bloc opératoire).
- Service de médecine (consultation).
- Service de pédiatrie.
- Service des urgences.
- Service de radiologie.
- Pharmacie
- D'autres services annexes (cuisine, laverie ...).

Organisation de la clinique :⁷⁹

Les cliniques, généralement sont composées de trois grandes zones réparties selon leurs importances et le service qu'elles offrent, on distingue alors :

1. **Une zone publique** : cette zone est accessible à tous les usagers tels que les visiteurs, malades et le personnel soignant, et qui comprend : **l'accueil, la salle d'attente, les sanitaires...**

⁷⁷ Mémoire sur centre hospitalo-universitaire à Tlemcen 2012/2013.

⁷⁸ Direction de l'organisation des soins au Niger, Normes et standards des infrastructures, équipements et personnel du système de santé. P8.

⁷⁹ Thèse de doctorat, Faculté de médecine de Créteil, Natalie Blanchard (2003), Aspects pratiques de la construction d'une clinique. P25.

2. **Une zone semi-publique** : dans cette zone seule le malade peut accéder accompagné d'un personnel médical, on l'appelle une **zone sous-control** qui regroupe : **les salles de consultation, service de radiologie, la salle d'examens complémentaires ...**
3. **Une zone privée** : qui n'est ouverte qu'au personnel médical et représente : **la salle de préparation des soins, le bloc opératoire, la pharmacie, les locaux technique...**

Gestions des flux : ⁸⁰

- ✓ Au sein de la clinique, il faut gérer le flux des différents utilisateurs : les visiteurs, les patients, le personnel et surtout le matériel médical. Pour cela il faut répondre à certaines exigences, telles que :
- ✓ Les circuits doivent être courts, droits et ne jamais s'entrecroiser.
- ✓ Séparation entre les différents circuits des visiteurs, patients et le personnel.
- ✓ En priorité, séparer entre le flux des personnes et le matériel, et le plus important le flux dirigeant vers la morgue.
- ✓ Prévoir un circuit spécifique pour les urgences.
- ✓ Prévoir un accès pour chaque entité importante : accueil, administration, consultation, urgences...

Liaison entre les services :

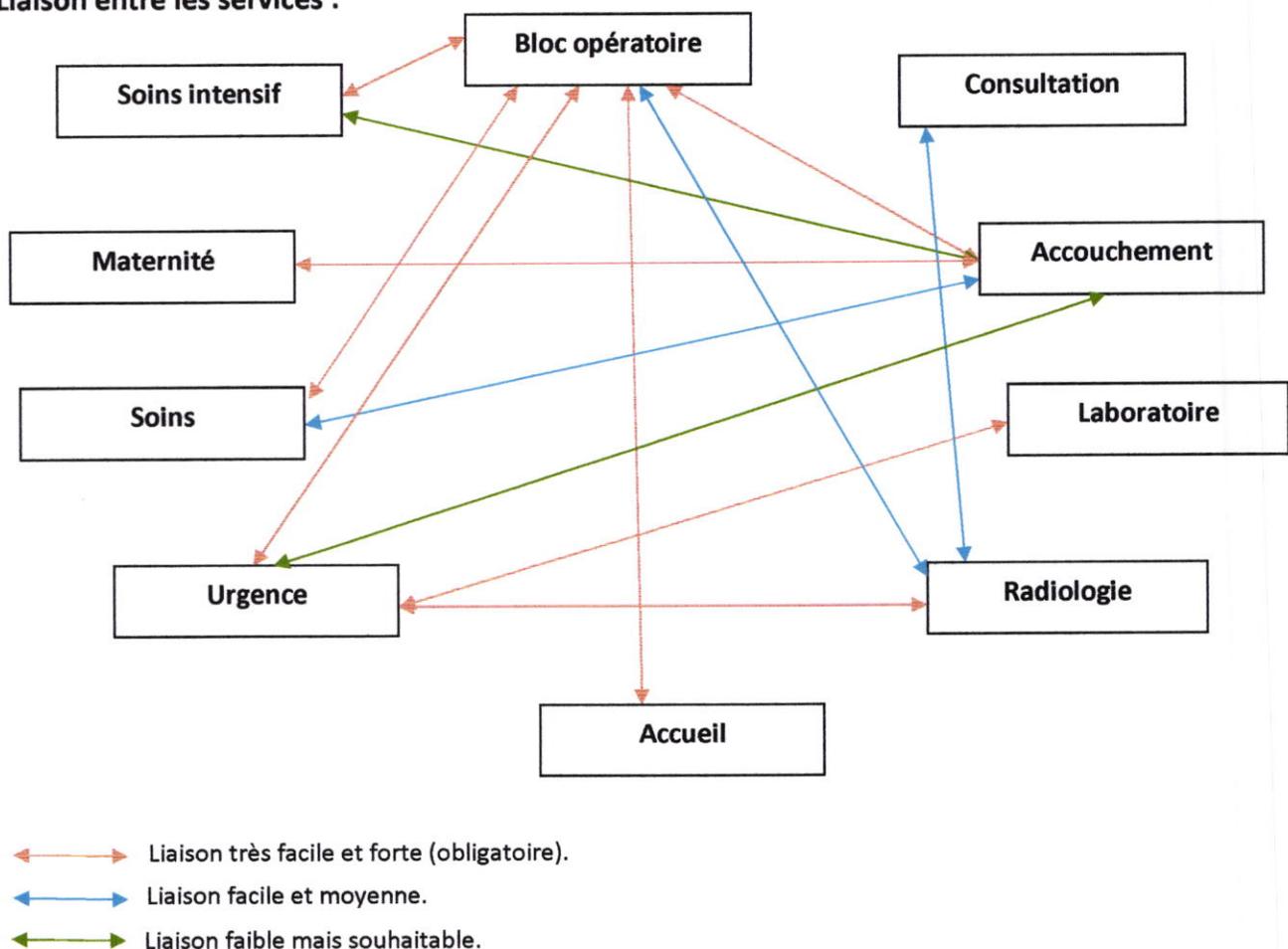
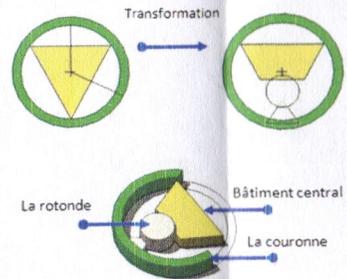
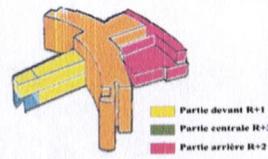


Figure37 : Organigramme des liaisons entre les services de la clinique. Source : Auteurs.

⁸⁰ Thèse de doctorat, Faculté de médecine de Créteil, Natalie Blanchard (2003), Aspects pratiques de la construction d'une clinique. P25.

omme et de l'enfant de l'hôpital YVES LE FOLL :

Situation	Accessibilité	Environnement immédiat	Orientation
<p>Le pavillon de la femme et de l'enfant, se situe à l'ouest de l'hôpital Yves le FOLL situé à l'ouest de Rennes. Réalisé suite à un concours d'architecture sur un terrain de 44 800m² avec une surface bâtie de 12 000m² par le maître de l'ouvrage qui est le Centre Hospitalier de Rennes et les maîtres d'œuvre Gaëlle et Yannick Le Gall.</p> <p>Le programme est: la maternité, le service de gynécologie-obstétrique, la pédiatrie.</p>	<p>L'accès au pavillon se trouve à l'est vers ou la façade principale est orientée.</p> <p>La route qui mène vers Rennes permet d'y accéder directement.</p>	<p>● Pavillon de la femme et l'enfant ● Hôpital YVES le FOLL ● habitation</p>  <p>Figure 38 : Environnement immédiat. Source Google Earth.</p>	<p>Le pavillon est orienté vers l'est, ou il sa façade principale.</p>  <p>Figure39 : Orientation. Source Google Earth.</p>
COS/CES	Forme du projet	lecture des plans (programme)	Système distributif
	<p>La géométrie du projet est une composition de deux formes primaires : le cercle et le triangle.</p> <p>La conception de ce projet est l'expression symbolique de son programme : le corps du bâtiment principal inscrit dans un triangle dont la pointe est occupée par une rotonde le « cœur » qui est protégée par une arc de cercle qui accueille la « maternité » .</p>  <p>Figure 40 : Genèse de la forme du projet</p>	<p>Le pavillon de la femme et de l'enfant rassemble : la maternité-le service de pédiatrie-les services de gynécologie et l'obstétrique-chirurgie et hébergement- chirurgie pédiatrique qui sont repartis en trois niveaux reliés à l'hôpital par des passerelles.</p> <p>RDC : Comprend l'accueil avec un hall éclairé par un important puits de lumière coiffé d'un dôme l'ensemble des consultations et l'hôpital de jour sont directement accessibles depuis ce Hall.</p> <p>1^{er} étage : Le plateau technique est devisé en deux parties: le bloc obstétrical, et le bloc gynécologie.</p> <p>2^{eme} étage : L'organisation générale du secteur d'hospitalisation pédiatrique et de chirurgie pédiatrique, situé au 2eme étage de la couronne.</p> <p>Les chambres sont destinées qu'un ou plusieurs enfants.</p> <p>L'unité de diététique infantile et les salles de classe et de jeux sont réparties dans la couronne.</p> <p>Pour le système constructif les architectes ont opté pour une structure en poteaux poutres en béton armé.</p>	<p>L'entrée des patients et visiteurs s'effectue de la façade principale avec un vaste hall d'accueil éclairé par un important puits de lumière coiffé d'un dôme qui ressort de la toiture.</p> <p>Le hall d'où on peut accéder directement aux services de consultation et l'hôpital de jour.</p> <p>La circulation verticale au sein du pavillon est assurée par des escaliers situés dans la couronne, l'accès médical a un accès plus direct au plateau technique depuis la salle d'attente.</p>

<p>Keraudren est située à la périphérie nord-ouest dans la Z.A.C (zone d'aménagement d'urbanisme) de Keraudren, France.</p>	<p>La polyclinique est bordée par une voie secondaire qui dérive de la voie principale qui mène de Brest à Rennes, donc elle est accessible et facile à repérer.</p>	<p>La polyclinique est implantée au milieu des terres agricoles et entourée par les parkings qui sont destinés soit aux visiteurs, aux personnels ou soit aux urgences.</p>	<p>Orientée Sud-ouest sur un terrain d'une superficie de 2.5 Ha avec une surface bâtie de 10 000 m².</p>
<p>Forme du projet</p> <p>Le projet est d'une forme simple et rectiligne, définie par la largeur du terrain (étroit). L'axe principal est très marqué par la présence de trois volumes distincts : un volume avant, un volume central et un volume arrière.</p> <p>Figure 41 : Forme de la polyclinique (Source: Auteurs)</p> 	<p>lecture des plans (programme)</p> <p>Les espaces à l'intérieur de la polyclinique sont disposés d'une manière réfléchie et spécifique pour chaque niveau afin de bien relier les différents services qui travaillent ensemble et faciliter le déplacement au sein de l'établissement avec une circulation verticale (escaliers, monte charges).</p> <p>RDC : regroupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> _Ailes de consultations (chirurgiens, anesthésistes, cardiologues). _Bloc opératoire comprenant 10 salles d'opération. _Service de chirurgie ambulatoire et une unité de soins continus. _Service d'accueil des urgences 24h/24 _Cabinet de radiologie. <p>1er étage : avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> _Service administratif. _Service maternité. _Bloc obstétrical comprenant : <ul style="list-style-type: none"> _6 box de néonatalogie. _Consultations (gynécologues-obstétriciens, sages-femmes, diététiciens). <p>2eme étage : comporte :</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 services totalisant plus d'une centaine de lits et intégrant une unité de soins intensifs en cardiologie. 1 unité de médecine à orientation cardiologique. <p>3eme étage :</p> <p>Cet étage comporte un seul service qui est le bloc opératoire, le cheminement du personnel y est bien clair, et c'est le même pour les patients concernés par la chirurgie. La structure est en poteaux-poutres en béton armé.</p>	<p>Système distributif</p> <p>Circulation horizontale: se fait de service en service ou à l'intérieur d'un même service à travers des couloirs d'une largeur de 1.6m.</p> <p>Circulation verticale: une cage d'escalier pour les visiteurs visible à l'entrée et qui permet l'accessibilité aux niveaux supérieurs.</p> <p>Une autre cage d'escalier pour le personnel afin d'éviter leur croisement avec le public.</p> <p>Et deux cages d'escalier de part et d'autre du bâtiment qui donnent vers l'extérieur prévues comme sortie de secours.</p>	<p>Les façades</p> <p>Les façades de la clinique de Keraudren ont un aspect architectural moderne avec un choix des formes. Les façades sont d'une couleur blanche qui apporte une luminosité et une propreté à l'intérieur.</p> <p>L'entrée :</p> <p>est vitrée sur toute sa longueur qui permet de voir l'intérieur d'accueil.</p> <p>L'aile d'hospitalisation :</p> <p>Une façade horizontale, les ouvertures sont alternées par des panneaux verticaux. Cette façade est bien orientée afin que les ailes d'hospitalisation puissent tous bénéficier d'un bon ensoleillement.</p>  <p>Figure 42 : L'entrée de la polyclinique.</p>  <p>Figure 43 : L'aile d'hospitalisation de la polyclinique.</p>

Conclusion :

Enfin de ce chapitre, on estime que nous avons assez d'informations et de bases pour l'élaboration de nos deux projets : urbain et architectural. Les définitions des concepts nous ont permis de se familiariser avec les thèmes traités au cours de notre recherche, et puis les recherches thématiques effectuées qui ont servies de base pour l'élaboration des cahiers des charges et les programmes à suivre ainsi que les exigences de chaque projet. Nous avons aussi acquis des connaissances en matière d'efficience énergétique grâce aux lectures et recherches pour mettre en œuvre la partie approche énergétique à l'échelle urbaine et architecturale, et les résultats obtenues de cette partie nous ont servis d'appuis pour concevoir des projets qui s'inscrivent dans les normes du développement durable.

Chapitre 3 : Cas d'étude

Avant d'intervenir dans un tissu urbain il faut d'abord prendre connaissance de ses origines, son histoire et son processus de développement afin de déterminer les caractères urbains et architecturaux anciens et qui peuvent servir de repère pour définir les besoins, problèmes et lacunes et pour mieux intervenir afin d'améliorer la qualité de ses espaces et la vie des occupants. Dans notre cas on s'intéresse à la ville de Boufarik qui reflète parfaitement la problématique posée et qui connaît un développement sans contrôle afin de subvenir aux besoins en logement en dépit des terres agricoles qui l'entourent.

1. Présentation de la ville de Boufarik :

Situation :¹ Située dans la plaine de la Mitidja, la ville de Boufarik occupe un territoire qui s'étend sur une superficie de 520 Ha à proximité des deux pôles importants du centre-nord algérien; Alger (la capitale) et Blida.

Délimitation :² La ville de Boufarik est contiguë :

- Au Nord par la commune de Tassala el Merdja (wilaya d'Alger).
- A l'Est par les communes d'Ouled Chebel (wilaya d'Alger) et Chebli.
- Au Sud par les communes de Bouinan, Soumaa et Guerouaou.
- A l'Ouest par les communes de Beni Khelil, Beni Tamou et Beni Mered.

Accessibilité :³ La ville de Boufarik bénéficie par sa position de bonnes conditions d'accessibilité :

- La liaison entre Alger, Boufarik et Blida se fait par la RN1.
- La RN 61 relie Chebli à Boufarik et pour aller de Boufarik à Oued el Alleug on passe par la RN 4.
- Le CW n° 135 la relie à Amroussa et Bouinan au sud.
- Le CW n° 214 la relie à Beni khelil à l'ouest.
- Et le CW n° 214 relie Boufarik à Ouled Chebel.
- L'accessibilité à Boufarik est aussi avatagée aussi par le passage de la voie ferrée qui relie Alger à Oran.

Morphologie : la ville de Boufarik occupe un territoire caractérisé par un terrain qui n'a aucun relief, presque plat, marécageux traversé par deux oueds : Oued khemissi et oued Chemla.



Figure 44 : Carte de situation de la ville de Boufarik. Source: Google Earth. (Auteurs)

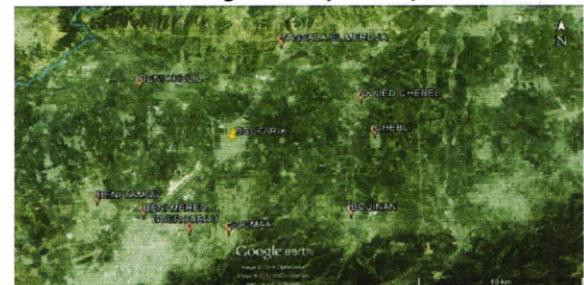


Figure 45 : Carte des limites de la ville de Boufarik. Source: Google Earth. (auteurs)

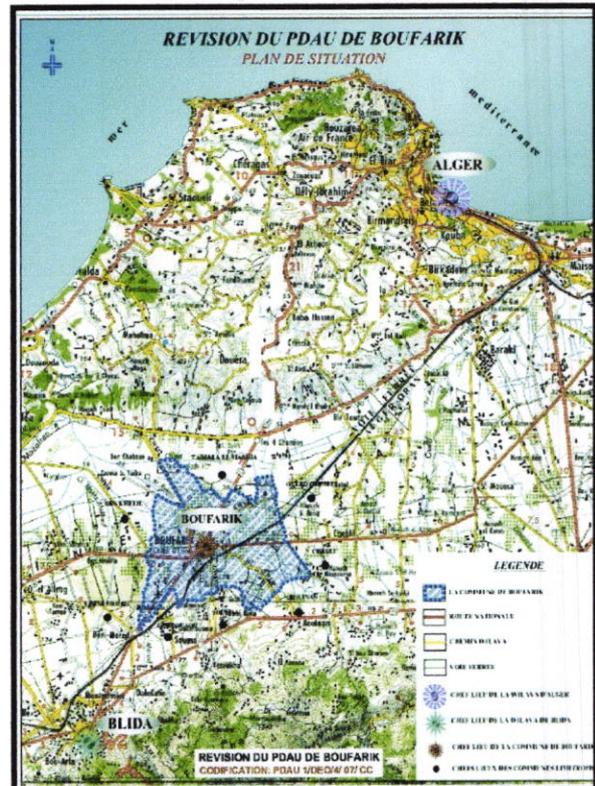


Figure 46 : Carte d'accessibilité de la ville de Boufarik. Source: PDAU de Boufarik

¹ Rapport final du PDAU de la commune de Boufarik 2010.

² Idem.

³ Idem.

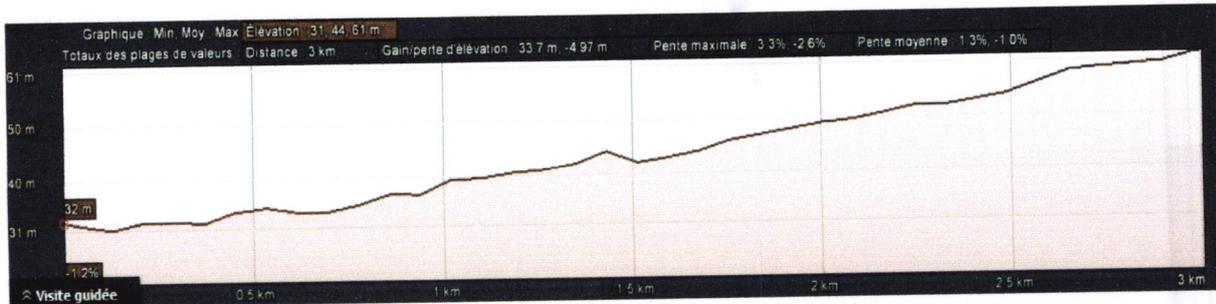


Figure 47 : Topographie de l'aire d'intervention (Nord-Sud). Source : Google Earth traité par auteurs.

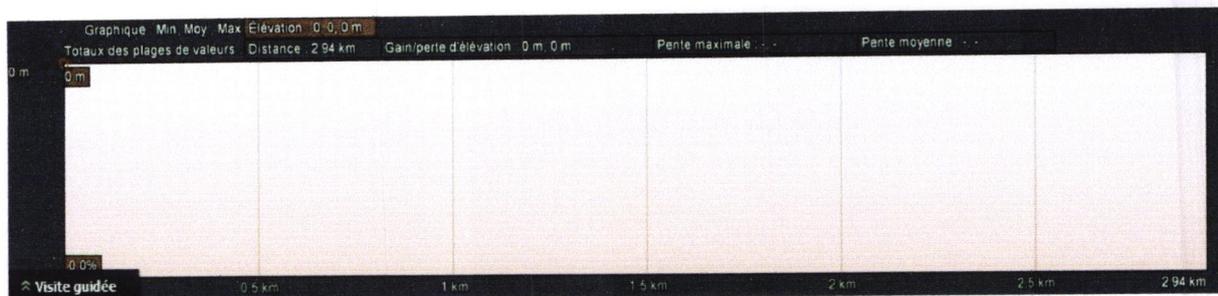


Figure 48 : Topographie de l'aire d'intervention (Est-Ouest). Source : Google Earth traité par auteurs.

Analyse climatique :

Le climat de la ville de Boufarik est de type méditerranéen chaud et sec en été, humide et froid en hiver.

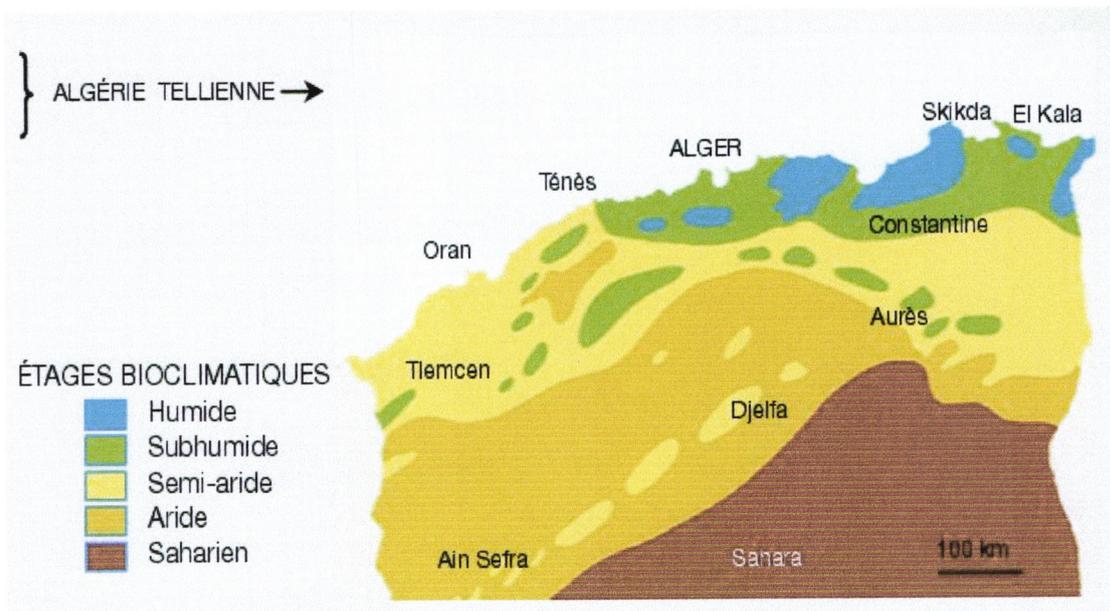
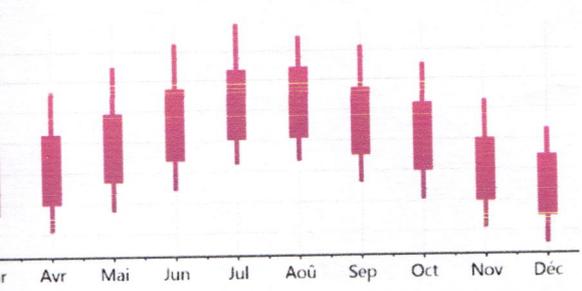


Figure 49 : Carte des étages climatiques de l'Algérie.

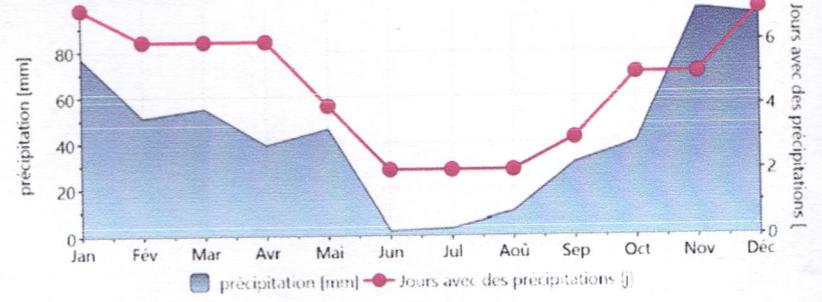
Dans la majeure partie de l'année, 200KWh/m² en juin et de novembre à février qui n'atteint pas les 100 kWh/m².

Le site bénéficie d'un ensoleillement important durant la période entre mai et Août avec plus de 10 heures d'ensoleillement / jour, d'un ensoleillement moins important durant la période entre Novembre et janvier avec 6 heures d'ensoleillement / jour tenant compte que le mois de juillet est le mois le plus ensoleillé

Précipitations :



Précipitations :



Température annuelle est de 22 °C, avec une température moyenne de 32 °C en juillet soit le mois le plus chaud, et Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 16 °C

Les précipitations annuelles moyennes sont de 671 mm, en été les pluies sont les plus importantes qu'elles ne le sont en hiver. Des précipitations moyennes de 2 mm en juillet le mois le plus sec. Tandis qu'en Décembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 113 mm.



La rose du vent :

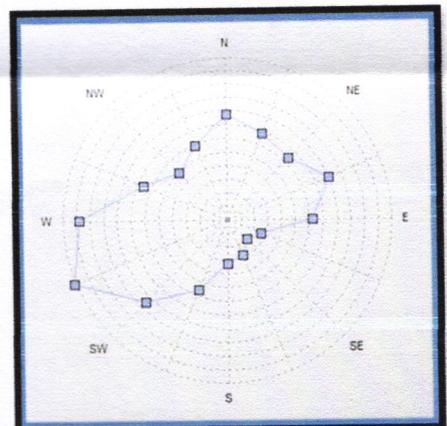


Figure 50 : La direction du vent de la ville Boufarik.

Température moyenne est de 67%, le taux d'humidité varie on note le taux le plus élevé en hiver 80% et le taux le plus faible en mois de aout 68%

D'après l'analyse de la rose des vents annuelle on déduit que les vents dominants proviennent du nord, nord-est en hiver et l'ouest et sud-ouest en été.

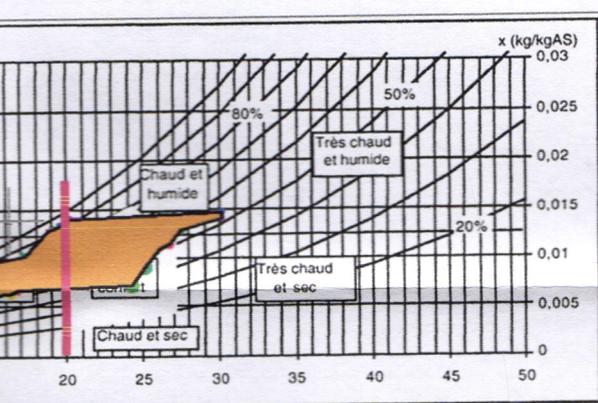


Diagramme Givoni de la ville Boufarik adapté par étudiantes.

Degré jour:

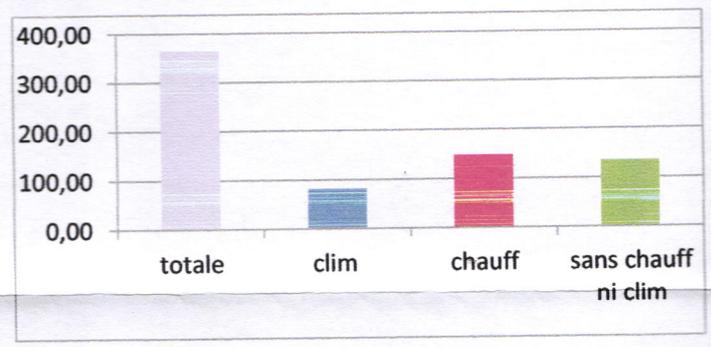


Figure 52 : graphe représente les jours nécessaires pour le chauffage et climatiseur fait par étudiants

La partie importante du diagramme se situe dans la zone de confort où l'utilisation de procédés actifs/passifs durant cette période. En dessous de 20° on note la zone qui représente les jours/mois froids (en dessous des 20° sur le diagramme) et la zone de non chauffage par la conception solaire passive qui nécessite la mise en place d'un système de chauffage pendant la partie dépassant légèrement la zone de confort (à droite)

Jours de climatisation = 82jrs
 Jours de chauffage = 178 jrs
 Jours sans chauffages et climatiseur = 135jrs

2. Analyse urbaine :

Cette analyse porte sur l'étude des structures de la ville, anciennes ou contemporaines, afin d'éclaircir tout les points qui sont importants à atteindre dans l'élaboration des projets urbains et architecturaux.

2.1. Analyse diachronique :

2.1.1. Lecture territoriale :

La lecture du territoire consiste à trouver les parcours qui ont structuré le territoire de la ville au fil du temps. Dans le cas de la ville de Boufarik, son territoire à été fondé après le développement des deux agglomérations Blida et Alger.

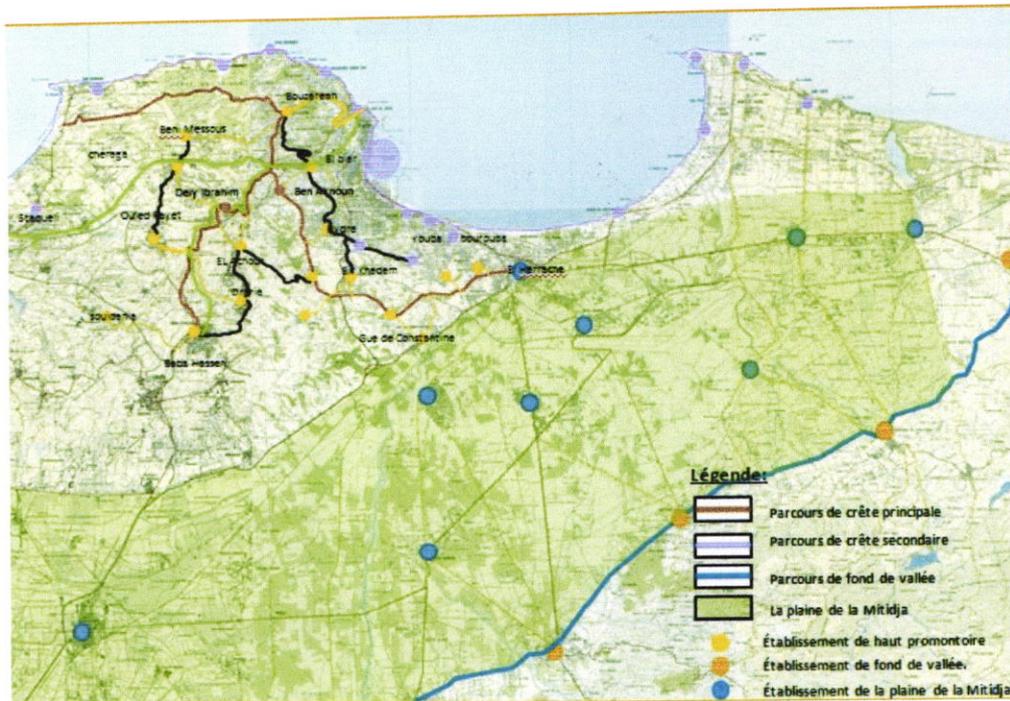


Figure 53 : Chemin de crête synthétique provenant d'Alger. Source : étudiants M2 projet urbain.

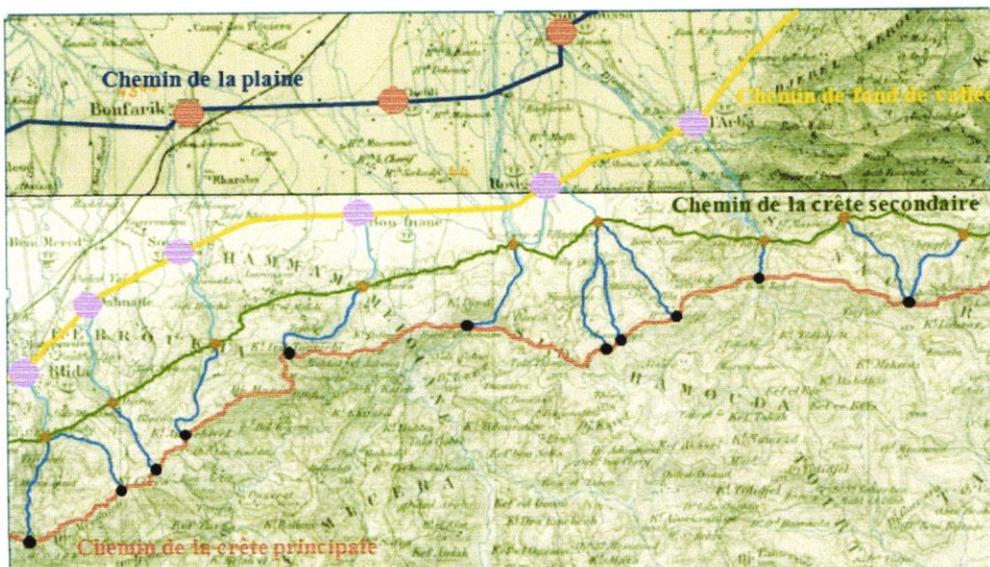


Figure 54 : Chemin de crête synthétique provenant de Blida. Source : étudiants M2 projet urbain.

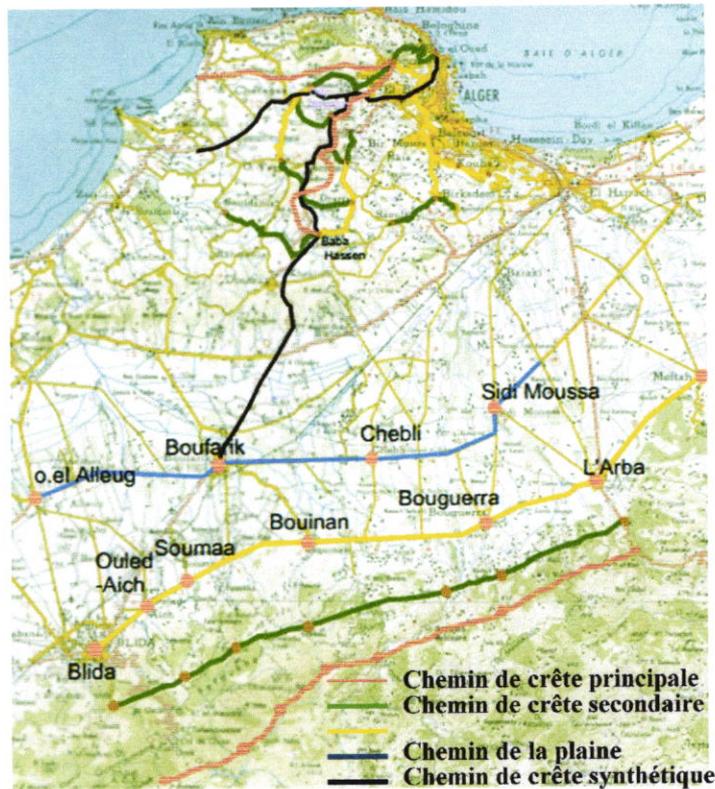


Figure 55 : Carte de synthèse de l'analyse territoriale. Source : Auteurs.

Synthèse :

L'analyse territoriale nous a permis de comprendre que la ville de Boufarik, par sa position qui est l'intersection entre les deux chemins qui relient les deux pôles importants Alger et Blida, occupe un territoire important ainsi que la morphologie du terrain qui favorise l'implantation d'un établissement humain riche par les terres agricoles qui l'entourent et la proximité des sources d'eau (les oueds). Selon l'approche typo morphologique, l'établissement de la ville de Boufarik fut dans la quatrième phase c'est-à-dire la restructuration de la plaine de la Mitidja par la colonisation française. Les agglomérations fondées à cette époque étaient pour mieux contrôler la plaine.

2.1.2. Lecture historique :

« Chaque ville a son histoire, sa personnalité, ses structures économiques et sociales. La nature des problèmes varie donc d'une ville à une autre, comme d'un quartier à un autre ... car une ville, c'est de l'histoire cristallisée en forme urbaine.⁵ » JEAN-PAUL LACAZE.

L'étude historique d'une ville vise à comprendre le processus de son développement à travers le temps, et à établir les bases d'une extension future possible. D'après l'histoire, le territoire de la ville de Boufarik était tout d'abord occupé par un marché hebdomadaire et un dôme qui sont toujours présents dans la ville, puis avec la venue des colons français les premières structures ont commencé à apparaître et d'après notre analyse l'évolution de la ville a suivi 6 étapes, présentées dans le tableau suivant :

⁵ JEAN-PAUL LACAZE. Les méthodes de l'urbanisme. 6eme édition.

au territoire de la ville de Blida. Puis en 1935 il y a eu la prise de possession d'un camp permanent: sous la direction du colonel LEMERCIER. Ce camp était effectué à l'est et marabout pour but de contrôler: la plaine, et le marché.⁷

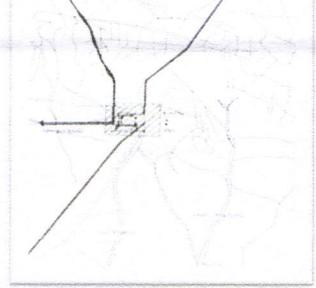


Figure 56 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida

de coloniale (1836 – 1838) : plan d'urbanisme qui fut positionné à l'emplacement où se trouvaient les vergers (probablement parce que c'est l'un des points les plus hauts) pour y insérer dans un rectangle de 1100m sur 750m 16 îlots sont destinés à l'agriculture, et 08 autres pour les équipements. (Les axes de séparation entre les vergers et l'habitat).

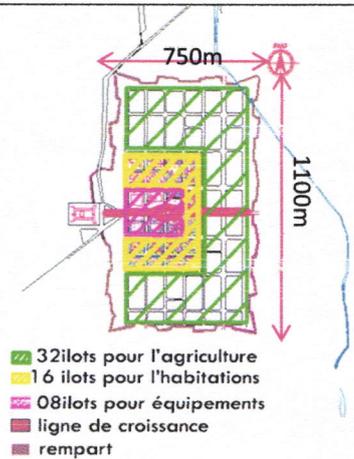


Figure 57 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida

Consolidation du noyau colonial (1851 – 1926) : Le dessèchement de la ville est établi et aussi tôt entrepris. Il consiste dans l'élargissement, et l'approfondissement des cours d'eau Les rues sont pavées. Quatre canaux d'irrigation de 3771m traversent la ville, La ville connaît une croissance semi concentrique dont le centre est le camp militaire. Elle connaît une croissance linéaire suivant l'axe principal est-ouest. La ville s'étend aussi sur les 32 parcelles destinées à l'agriculture.

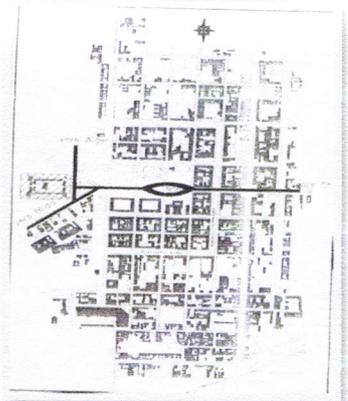


Figure 58 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida

Extension de la ville vers l'est et l'ouest (1926 – 1962) : Boufarik était nommée comme commune, avec l'avènement du chemin de fer, la gare routière, consolidation de l'axe nord-sud reliant la ville au sud. Elle a présenté une barrière de croissance qui poussa l'extension de la ville vers l'ouest par la construction de quelques cités telles que la cité de l'Est.



Figure 59 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida

Extension de la ville (à nos jours) : Jusqu'en 1972 les premières constructions postcoloniales voient le jour. Cette extension est faite de façon accrue, avec un rythme accéléré qui a engendré une nouvelle limite naturelle qui est le oued et artificielle "la voie ferrée", la ville s'étend avec l'ancien tissu qui se densifie.



Figure 60 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida



Figure 61 : Carte synthèse de la lecture diachronique. Source: Google Earth. (Auteurs)

ure synchronique :

mise à mettre en évidence l'aspect actuel de la ville, afin de faire ressortir ses potentiels et les différents problèmes qu'elle rencontre, ses points et dysfonctionnements. On a procédé à une analyse du tissu actuel de la ville de Boufarik en le décomposant en quatre systèmes de la manière suivante :

ystème viaire :

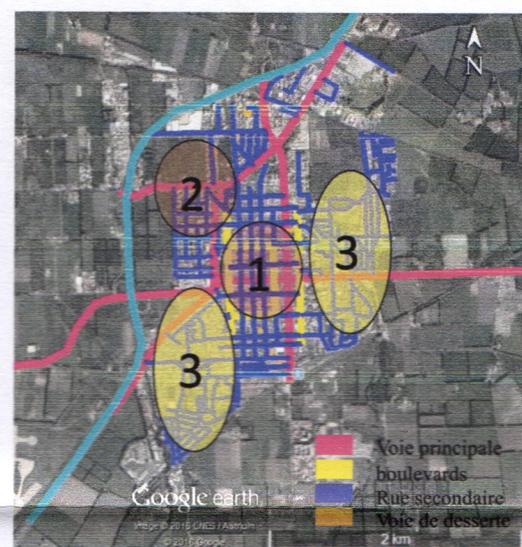
Système viaire	
Configuration : L'autoroute est-ouest qui provient d'Alger au nord et celle de Blida à l'ouest, la route nationale n°1 et les chemins wilaya W112, W135 et W214.	Nœuds : Dans la ville de Boufarik il existe quatre nœuds importants qui jouent un rôle de nœuds paysager par leur traitement et facilite la lisibilité de la ville et l'orientation.
Hiérarchie : Les voiries sont bien hiérarchisées contrairement à ceux des villes voisines qui présentent un tracé irrégulier ou on ne peut pas distinguer entre une voie principale et une voie secondaire.	Offre de Mobilité : L'offre de mobilité reste insuffisante dans la ville car les taxis individuels sont les seuls moyens de se déplacer à l'intérieur à cause de l'absence de transports en commun qui ont des arrêts placés aux périphéries de la ville.
Volume (flux) : Les voiries connaissent un flux important assuré par la largeur des voies et par les trottoirs qui bordent et attirent les usagers. Le flux s'affaiblit en allant vers la périphérie.	Aires de stationnement : Le stationnement est concentré sur les voies principales du noyau historique de la ville. Un stationnement soit unilatéral ou bilatéral, avec la présence de quelques parkings privés.

Consommation énergétique du système viaire de la ville de Boufarik :

	Le noyau colonial	L'extension POS4	Toute la ville
Nombre de voies	N=132	N = 37	N=385
Longueur	L=182	L = 66	L=574
Volume	U=51	U=28	U=190
Indice de densité	0.19	0.43	0.24
Indice de largeur	1.37	1.78	1.4
Indice de largeur par intersection	0.46	0.35	0.49
Distance entre Intersections	90m	174m	92m

L'indice

La consommation d'énergie



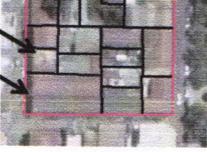
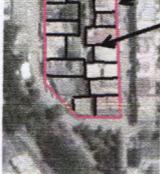
- 1 Une bonne hiérarchie du tissu urbain et un tracé régulier qui aide à la circulation des flux dans la ville.
- 2 Dans le noyau central, les voies ont une régularité et une hiérarchie.
- 3 Dans la périphérie, les voiries ne sont pas hiérarchisées et ont un tracé irrégulier.

Figure 62 : Carte de synthèse de l'analyse du système viaire de la ville de Boufarik. Source: Google Earth. (Auteurs).

Après cette analyse la trame viaire du tissu colonial reste la meilleure trame à adapter pour notre projet.

ystème parcellaire :

Le système parcellaire a été fait selon la typologie des parcelles qui existent dans la ville de Boufarik, la synthèse de notre analyse est présentée ci-dessous.

 Résidentielle	 Habitat individuel	 Habitat individuel
Régulière et carrée. (tracé en ...).	Régulière et parfois irrégulière dans le cas de l'habitat individuel libre.	Tracé libre avec une confusion entre l'ilot et la parcelle.
...tielle, équipement.	Résidentielle, et quelques équipements et l'industrie.	Résidentielle et industrie.
...a 1.	/	De 0.2 à 0.4.
...a 3.	1.6.	De 1 à 1.5.
...és de dimensions importantes et sur les axes structurants du ...u, viennent bordée les places afin d'avoir un nombre ...m de parcelles sur ces voies.	Les ilots sont entourés et délimités par des voies (boulevards ou voies secondaires) et parfois limités par l'oued et les parcelles sont collées l'une à l'autre (des lotissements).	les ilots de ce tissu, sont bordés par des voies principales ou secondaires ou l'autoroute pour la zone industrielle.
...x 20m) à (16 x 30m).	De (8 x 16m) à (15 x 25 m), et (60 x 90m) pour l'habitat collectif.	De (30 x 80m) à (50 x 60m) pour l'habitat collectif, et de (10 x 20m) à (15 x 25m).
...équipement), de ...05 ha (résidences.	De 0.1 ha à 0.7 ha.	De 0.3 ha à 0.5 ha.

❖ La fonction de parcelle varie selon sa rapport à l'ilot et les voiries (d'un autre).

❖ Pour les dimensions des parcelles du tissu colonial, presque égales, or celles des dimensions varient d'une à une autre.

❖ La trame régulière du tissu colonial, a créé des dimensions géométriques contrairement au périphérique

forme bâti :

Le bâti a fait ressortir les typologies, formes et état des habitations existantes dans la ville de Boufarik, le tableau suivant résume nos observations :

Système bâti	
...nce de l'habitat individuel.	
En moyenne 23 log/ha.	
...dont 1110 habitations précaires sur une surface urbanisée	
... bon état avec ...nes habitations	Gabarits : Compris entre RDC et R+13.
...les façades du tissu colonial étaient généralement vêtues de brique et bois. Celle du tissu moderne (actuel) sont en brique et ciment. La couleur prédominante est la couleur beige et pour les façades modernes la couleur de la brique.	
...u style néoclassique et néo mauresque dans le tissu ancien et moderne dans le tissu actuel.	

TYPOLOGIE	Equipements	Habitat collectif	Habitat individuel
%	10.25	5	84.7

Tableau 1: Pourcentages des typologies d'habitations dans le noyau colonial

Synthèse :

- ❖ Une dégradation de l'état des habitations spécialement dans le tissu ancien.
- ❖ Une variété des typologies d'habitations avec une dominance de l'habitat individuel.
- ❖ Une irrégularité dans les gabarits de la ville.
- ❖ Une variété d'équipements qui répondent aux besoins des citoyens, sont concentrés au noyau colonial.
- ❖ Diversité dans le choix des matériaux dans le tissu colonial et les habitations modernes.

forme des espaces libres :

Dans la ville de Boufarik sont soit des places publiques ou des jardins publics, on a procédé à une analyse selon une grille présentée ci-dessous :

Système des espaces libres		
...forme régulière dans le tissu ancien, et irrégulière dans les extensions périphériques (espaces résiduels).	Mobilier urbain	Aménagées par des bancs pour le confort des usagers, des arbres d'eucalyptus ainsi qu'avec des éléments artistiques.
...ntes les places étaient planifiées à recevoir du public, ... des places d'église, d'école ou des places pour les monuments de guerre.	Accessibilité	Ses espaces sont généralement bordés par des voies de circulation accessibles par tous les cotés.
... places sont réaménagées en place publiques, soit aménagées comme des aires de stationnement ou aménagées avec des bancs et plantations.	Epannelage:	Les structures qui les entourent ont une hauteur qui varie entre R+1 et R+3.
... plus part des places publiques sont entourées par des équipements recevant du public comme les écoles, les bibliothèques et salles de sport.	Type d'aménagement	Une variété en aménagement de ses espaces, minérale ou végétale.

Synthèse :

Les espaces publics dans la ville de Boufarik sont concentrés dans le noyau colonial, se caractérisent par formes variées régulières et irrégulières. Ses espaces ont été planifiés pour recevoir du publics aux bords des équipements ou sont des espaces résiduels à proximité des habitations du tissu actuel (extensions périphériques).

Synthèse de la lecture synchronique :

Après avoir fait l'étude des quatre systèmes qui structurent la ville de Boufarik on a fait sortir les différents problèmes et dysfonctionnements que rencontre la ville. Lors de notre intervention urbaine on essaiera de répondre à ses problématique et les prendre en considération afin d'améliorer la qualité de vie des usagers à l'intérieur de notre quartier.

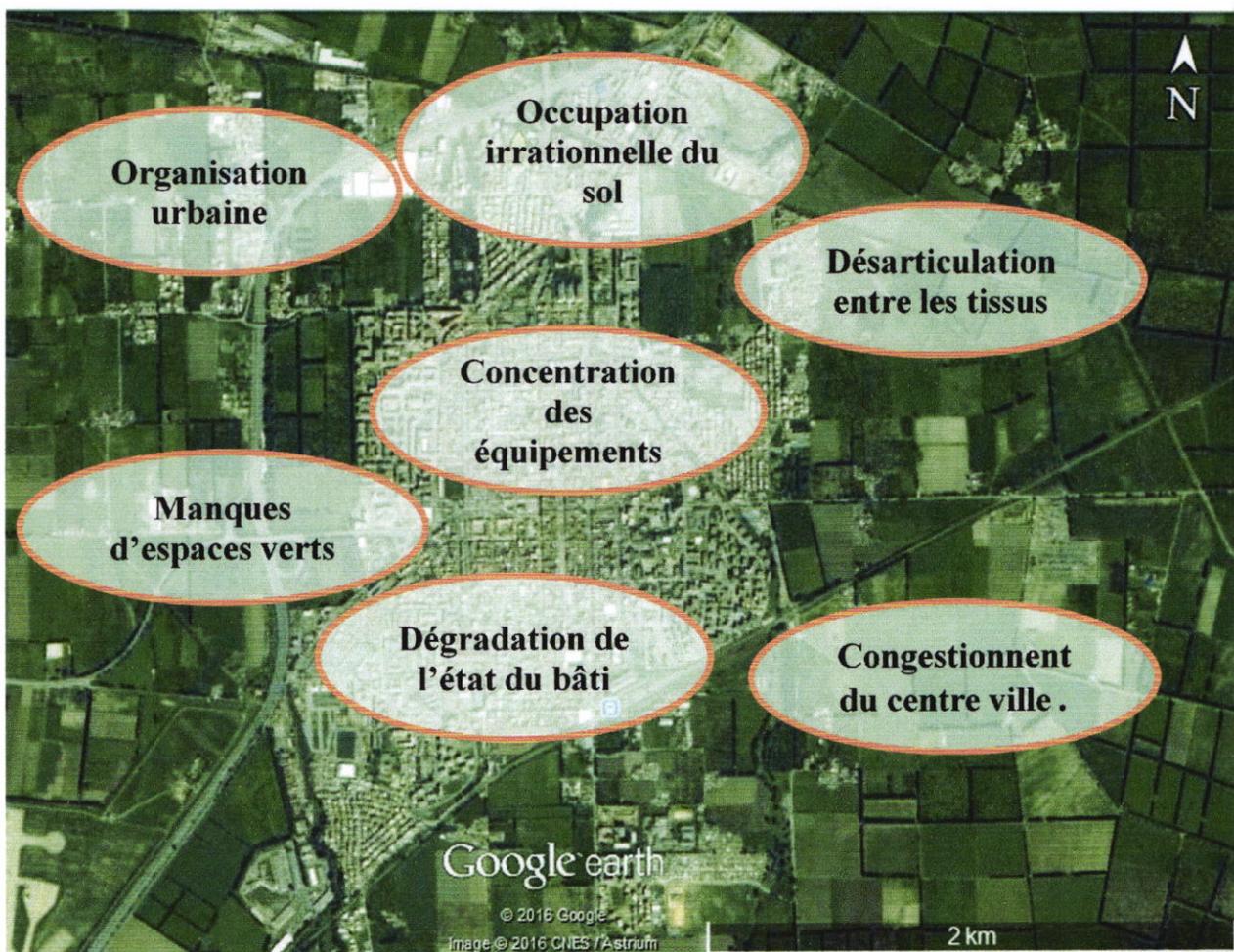


Figure 63 : Carte des problématiques: Source Google Earth (Auteur).

3. Lecture critique des instruments d'urbanisme :

Nous avons procédé à une analyse du règlement du PDAU 2010 de la ville de Boufarik, avec son évaluation suivant les critères de la grille RST02 qui vise à vérifier si un projet prend en compte les critères du développement durable lors de son élaboration. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

	Critères	Points forts	Points faibles	Carences
Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme	Gouvernance	Les spécificités de chaque zone sont prises en compte. Suivi et participation abordée. Les lois d'urbanisme en vigueur sont bien appliquées.	L'évaluation et suivi restent limités par les autorités militaires (limitation des hauteurs des bâtiments). Négligence de la population de la ville.	N'implique pas avis et propositions de la population
	Dimension sociale	Mixité fonctionnelle entre les zones qui facilite la vie dans la ville. Cherche à améliorer le mode de vie dans la ville.	Absence de mixité sociale.	La préservation de l'identité culturelle n'est pas abordée.
	Interface équitable	Dimensions voiries et places de stationnement fixés pour chaque zone. Partage des richesses avec les générations à venir.	Solutions pour les réserves foncières n'est pas traitée.	Le transport urbain n'est pas évoqué dans le règlement.
	Dimension économique	Valorise le bon développement économique de la ville.	Estimation des couts des projets et leur impact sur l'économie de la ville.	Valeurs et chiffres exactes introuvables.
	Interface viable	Prévoit l'extension de la ville et la croissance de la population.	Offre d'emplois et solutions	Pas de préventions de risques économiques et environnementaux.
	Environnement	Terres agricoles classées comme patrimoine à préserver. Sensibilisation au respect de l'environnement.	Les nuisances sonores (base aérienne) et pollution de la zone industrielle.	Quantification du flux mécanique et son impact sur l'environnement.
	Interface vivable	Amélioration du cadre de vie dans la ville.	Mode de vie et acceptation de la population.	Santé et sécurité ne sont pas abordées dans le règlement.

Synthèse :

L'optique du développement durable n'a pas été introduite ni prise en considération lors de l'élaboration du règlement du PDAU de Boufarik, mais fut traitée d'une manière inconsciente par le fait de sensibiliser les usagers à la préservation de l'environnement, des terrains agricoles et limitation de la pollution dans la ville. Alors on peut dire qu'il y a un manque de méthode dans la réalisation et la mise en œuvre de l'instrument.

4. Analyse énergétique de la ville de Boufarik :

Cette analyse vise à établir la deuxième base de données paramétrique, suite aux calculs des indicateurs liés à la morphologie urbaine (COS, CES, Volume passif ...)

On commencera d'abord par l'identification des îlots sur la carte d'état de fait de la ville de Boufarik, puis on procédera aux calculs des indicateurs pour chaque îlot qui sera doté d'une fiche qui regroupe tous les résultats obtenus. Ses fiches vont nous permettre de déterminer le meilleur îlot qui a une consommation énergétique moindre par rapport aux résultats des calculs, en absence de la consommation énergétique réelle (électricité et gaz) non obtenue durant notre recherche.

Résultats :

Après avoir comparé entre les résultats obtenus, nous avons fait ressortir les caractéristiques du meilleur îlot en terme de consommation d'énergie de notre cas d'étude, ses données vont nous servir d'appuis pour l'élaboration de notre projet urbain (éco-quartier) :

Tableau 17 : Caractéristiques du meilleur îlot de la ville de Boufarik. Source : Auteurs.

Îlot	COS	CES	Prospect	Compacité	V/passif	Porosité
7	2.57	0.86	0.91	0.19	99.99	0.14

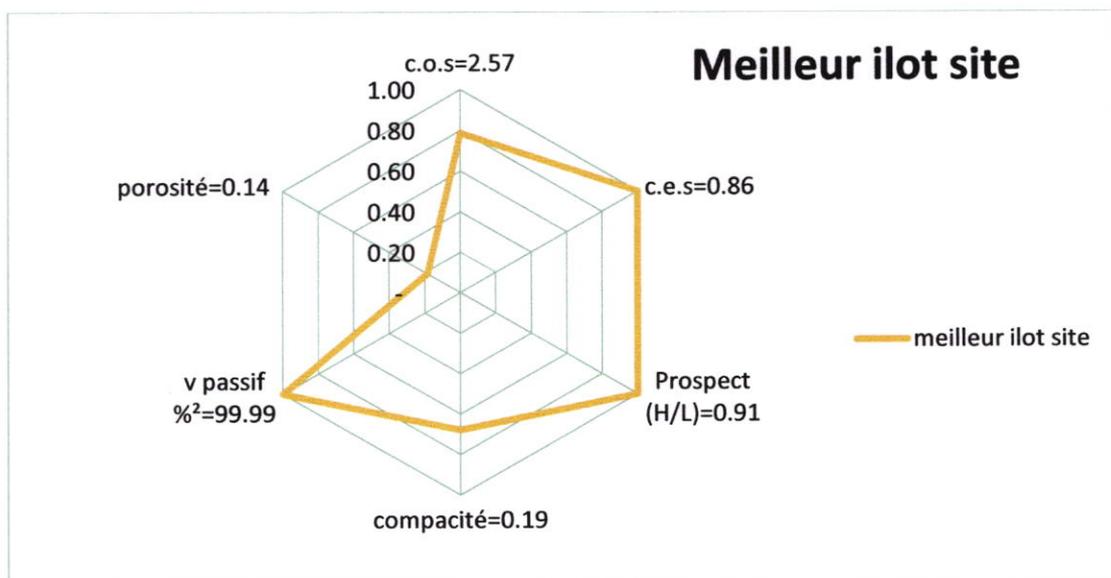


Figure 64 : Caractéristiques du meilleur îlot de la ville de Boufarik. Source : Auteurs.

5. Intervention urbaine :

5.1. Présentation de l'aire d'intervention :

Pour répondre à la problématique posée, nous avons opté pour le réaménagement de la partie nord-est de la ville de Boufarik.

Situation : La partie à réaménager se trouve à la périphérie est de la ville de Boufarik aux limites des terres agricoles et s'intègre dans le POS4.

Délimitation du POS4⁸ : il est délimité par :

Nord : Le canal de dessèchement (Oued Lekhal) et le POS3.

Sud : Route de Chebli (RN61) et POS5.

Est : Terrains agricoles.

Ouest : Boulevard Benyoucef et POS7 (noyau colonial).

Critères du choix du site :

Notre choix s'est porté sur la zone qui se trouve à l'est de la ville de Boufarik, car cette zone est occupée par de l'habitat précaire et des habitations en moyen état.

Cette partie de la ville est désarticulée du centre avec une dégradation des voies de liaison et absence d'infrastructures adéquates au confort des citoyens.

Au périphérique de la ville, les habitations illicites présentent sur le site pourraient pousser à une urbanisation au détriment des terres agricoles avoisinantes. Et d'après les orientations du PDAU, notre site s'inscrit dans le secteur « à urbanisé » et qui prévoit une densification de cette partie avec une estimation de 70 logs/Ha.

Dimensions et forme :

Notre terrain d'intervention a une forme plus ou moins régulière avec des limites droites. Avec une surface de 18Ha et une longueur maximum de 760m et une largeur maximale de 310m.



Figure 65 : Carte de situation du site d'intervention. (Source : Google Earth (Auteurs)).



Figure 66 : Carte de délimitation de l'aire d'intervention. Source: Google Earth (Auteurs).



Figure 67 : Schéma des dimensions du terrain. Source Google Earth (Auteurs).

⁸ Règlement du PDAU de Boufarik 2010.

5.2. Analyse du site :

Tableau 18:Tableau de synthèse de l'analyse du site. Source (Auteurs).

Constatations	Recommandations
Système viaire	
Les voies sont mal structurées Désarticulation du centre ville.	Assurer la continuité de la trame existante et articuler le quartier avec le centre de la ville. Structurer la trame viaire du quartier.
Le site est difficile d'accès.	Assurer une bonne accessibilité au site.
Le transport en commun n'irrigue pas le site.	Introduire le transport en commun à l'intérieur du site.
Les voies ne permettent pas une circulation piétonne ou cyclable.	Favoriser le piéton et les cycles à l'intérieur du quartier en leur aménageant des voies et parcours.
Aucune hiérarchisation des voies.	Assurer la hiérarchie des voies.
Absence d'aires de stationnement, ou de places de parking sur les voies.	Gérer les stationnements : création de parkings relais aux entrées du quartier afin d'atténuer le flux mécanique à l'intérieur, et prévoir des stationnements sur les voies principales.
Les voies sont désertes et non aménagées.	Aménagement des voies : rendre les voies plus conviviales afin de favoriser le déplacement à pieds et les aménager de bancs, arbres ... etc.
L'insécurité règne sur le site, les bouts de chemins ne sont pas clairs.	Structurer des voies directes et assurer un bon déplacement d'un endroit à un autre sans rencontrer d'obstacle.
Système parcellaire	
Typologie : lotissements.	Typologie : ilot ouvert.
Forme : Irrégulière	Forme : régulière (rectangulaire ou carrée)
Perméabilité : absence de perméabilité car les parcelles sont collées l'une à l'autre.	Perméabilité : rendre le quartier plus vivant et interactif, en créant une convivialité entre les cœurs d'ilot et leur environnement immédiat, en créant des percés vers le cœur du quartier (place centrale).
Taille : multiples	Taille : max 75m*65m.
Diversité des fonctions : aucune activité mis à part l'habitation.	Diversité des fonctions : Diversité dans les activités du quartier telles que les activités culturelles, commerciales, sportives et de divertissement.
Systèmes des espaces libres	
Absence d'espaces publics	Création d'espaces de rencontre et de détente pour les habitants et assurer des liaisons et une hiérarchisation entre les différents espaces du privé au public.
Absence de mobilier urbain	Equiper les espaces de mobiliers urbains pour le confort et sécurité des usagers.
Système bâti	
Gabarit : variant du R.D.C au R+4.	Gabarit : Variable du R+1 au R+4 sur le long des axes structurants afin de créer une façade urbaine et profiter de la vue vers les terres agricoles avoisinantes.
Mixité des fonctions : aucune mixité fonctionnelle, le terrain n'est occupé que par de l'habitation.	Mixité des fonctions : assurer la mixité fonctionnelle dans les bâtiments donnant sur les axes principaux (commerces au RDC, bureaux et logements) ainsi que des équipements pour améliorer la qualité de vie dans le quartier.
Perspective visuelle et élément de repères : Aucune perspective visuelle n'est assurée.	Perspective visuelle et élément de repères : création de percées vers le rond point qui structure les axes principaux. La création d'une place piétonne centrale afin de créer une perspective visuelle menant vers l'oued.

5.3. Cahier des charges :

Selon l'analyse de la ville et du site d'intervention ainsi que l'analyse thématique effectuées, on est arrivé à un cahier des charges qui est présenté selon les quatre systèmes étudiés :

systeme	Les recommandations			
Système viaire	Surfaces des voies : 4.87 Ha		Pourcentage des voies : 27 %	
	Hiérarchisation (coupe en annexe)	dimensions	stationnement	Offre de mobilité
	-Voie principale	25 m	Au sous-sol pour les logements	Transport en commun
	-Voie secondaire	6 à 9 m	Au long des axes principaux	Voiture
	-Voie piétonnes	6 m	Des parkings relais au périphérique du quartier	Vélos piéton
Système parcellaire	Typologie : l'ilot ouvert. assurer une bonne relation entre les cœurs d'ilots et le quartier. La taille des ilots : entre 0.2 Ha et 0.9 Ha.			
Système bâtis	Typologie : habitations, équipements, commerces. Une variété de typologie d'habitations : De l'habitat collectif, habitat intermédiaire, et quelques habitats individuels. Une densité de : 85 logs/Ha. Les gabarits sont entre R.D.C et R+4 : R+1 pour l'individuel, R+2 à R+3 pour l'intermédiaire et R+3 à R+4 pour le collectif .R.+1 à R+3 pour les équipements. Les bâtiments sont alignés par rapport aux voies qui les entourent. Une bonne disposition du bâti afin de bien profiter de l'ensoleillement.			
Système des espaces libres	-Pourcentage d'espaces publics : 17 % de la surface totale du quartier soit 3 Ha. -Création d'une place publique au cœur du quartier pour favoriser le piéton. -Création d'espaces publics, aires de jeux et aires de détente. -Aménager les cœurs d'ilots.			

5.4. Programmation urbaine :

Après l'analyse de la ville et l'évaluation de ses besoins grâce à la grille des équipements on est arrivé à ce programme :

Zone d'intervention			
Surface totale	18 ha	TOL	5 pers/log
Nombre d'ilots	17	Nombre de logement	605 logs
Densité Résidentielle	85 log/ha	Nombre d'habitant	3025 habits
Densité Urbaine	170 Hab/Ha	% Espaces vert	17% soit 3Ha
Nombre d'habitant entre 6 et 12 ans (pour l'école primaire)	800 ENFANTS		

Equipements d'accompagnement			
Quantitative	Ecole primaire 2m ² par habitant	1400 m ²	R+1
	Salle de sport (20x15)	1000 m ²	R+1
	Maison de jeunes	575 m ²	R+1
	Commerces	Intégrés au R.D.C	/

Qualitative	Terrain de foot	7800 m ²	/
	Jardin pour enfant (80)	1700 m ²	/
	Centre culturel	1652 m ²	R+2
	Marché ou centre commercial	2400 m ²	R+2
	Mosquée	2000 m ²	R+1
	Clinique spécialisée	3000 m ²	R+3

5.5. Genèse de l'aménagement urbain :

5.5.1. Principes d'aménagement :

Après recherches et analyse effectuées nous sommes arrivés à la conception de notre éco-quartier suivant les étapes suivantes :

Enjeux de l'insertion urbaine :

Enjeux urbains :

- Renouvellement du périmètre d'étude (présence d'habitat illicite).
- Récupération des friches délaissées (gare routière et parcours de l'autobus).

Enjeux de connexion :

- Renforcement des liens entre le site et le centre ville de Boufarik.
- Franchissement de l'oued par le prolongement de l'axe majeur pour aboutir à la gare routière afin de rendre notre site accessible aux visiteurs.
- Maillage orthogonal qui intègre le tissu existant valorisé par l'élargissement des voies et implantation de commerces et équipements tout au long des boulevards structurants.
- Valorisation du déplacement urbain en favorisant le transport en commun.
- Maillage des circulations douces irrigant notre quartier.

Enjeux paysagers :

- Protection des espaces naturels (terrains agricoles).
- Percées visuelles paysagères vers le massif de Chréa.
- Instauration d'espaces publics verts qui contribuent au confort des habitants du quartier.
- Création d'espace à l'intérieur des îlots.

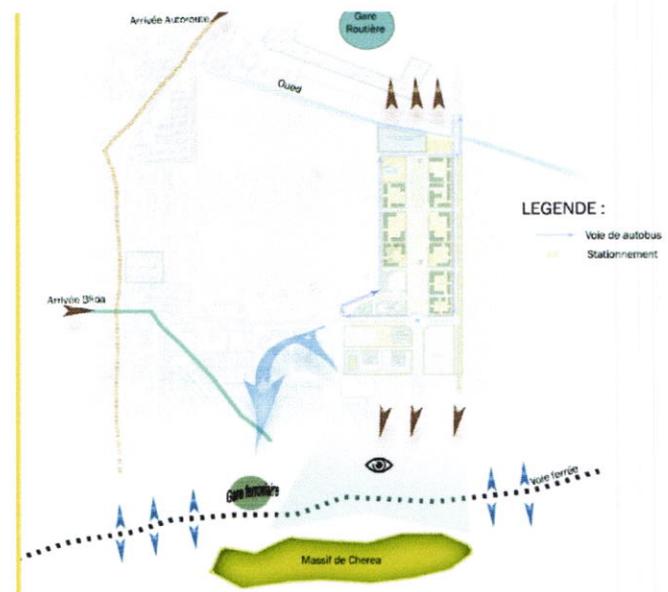


Figure 68 : Schéma des enjeux de l'insertion urbaine. Source: Auteurs.

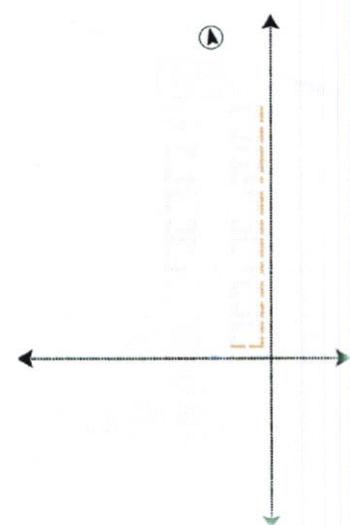


Figure 69 : Axes majeurs et développement commercial. Source: Auteurs.

5.5.2. Trame viaire :

Le réseau viaire du site d'intervention n'est pas adéquats au confort des habitants donc on a proposé de le restructurer en créant un maillage orthogonal qui retrouve la trame historique et intègre les rues existantes actuellement sur le site :

- Un axe majeur et important structure le quartier et permet une bonne connexion avec le centre ville.
- Deux voies principales qui ont un rôle important dans le quartier, avec une concentration des équipements et le commerce.
- L'accès au quartier se fait par ses deux voies (nord-sud) ou (est-ouest).
- Un prolongement de la trame viaire du tissu colonial nous a donné un maillage de voies secondaires qui permettent l'accessibilité aux ilots et forment la trame viaire du quartier, une trame orthogonale et régulière (en damier).
- Deux voies secondaires bordent une place publique centrale.
- Des voies douces irriguent notre quartier afin de privilégier le piéton et diminuer le flux mécanique à l'intérieur du quartier.
- Cette trame viaire et l'élément générateur d'un système d'ilotage régulier (les ilots sont de forme carrée ou rectangulaire).

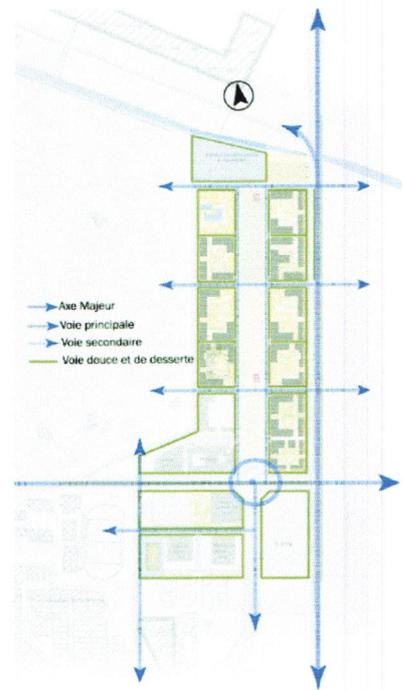


Figure 70 : Schéma de la trame viaire.
Source : Auteurs.

5.5.3. Occupation des sols :

Pour l'affectation des fonctions aux sols, on a opté pour :

- La concentration des équipements (centre commercial, mosquée et centre culturel) du quartier au long de l'axe est-ouest.
- Un développement commercial au long de l'axe nord-sud au RDC des logements.
- La zone qui accueille les activités sportives est mise au sud du quartier.
- Les logements sont disposés dans la partie nord du quartier, où le flux mécanique est moins dense, et afin de profiter de la vue et du calme des terres agricoles avoisinantes de part et d'autres.

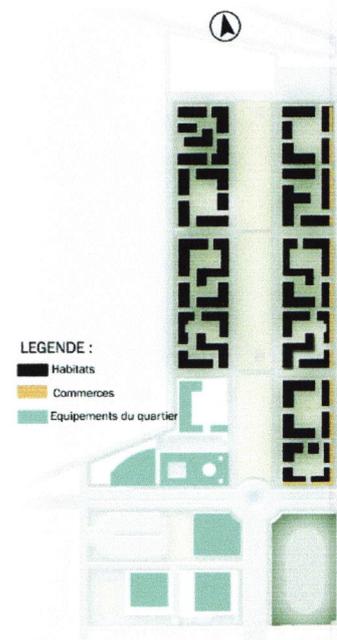


Figure 71 : Schéma d'occupation des sols.
Source: Auteurs.

5.5.4. Bâtis :

Nous avons opté pour la typologie d'ilot ouvert pour l'aménagement du bâti dans nos ilots.

- Avec un alignement des façades sur les rues.
- Des percées visuelles et parfois interrompues par le bâti pour éclairer les cœurs des ilots.
- Une mixité sociale dans un même ilot (habitat collectif+ habitat intermédiaire).

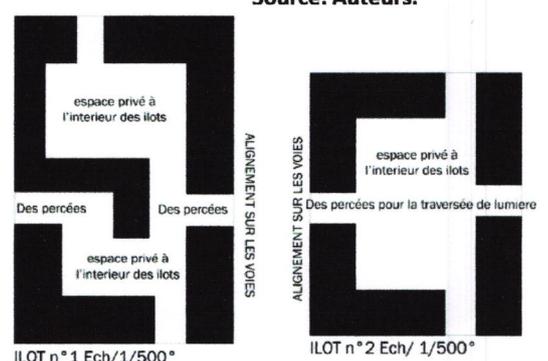


Figure 72 : Schéma de la forme des bâtis: Source : Auteurs.

5.5.5. Espace libre :

Trame verte :

- Des surfaces aménagées en espaces verts apportent le confort pour les habitants du quartier.
- Ces espaces sont à l'échelle du quartier (espace public), ou à l'échelle de l'ilot (espace privé).

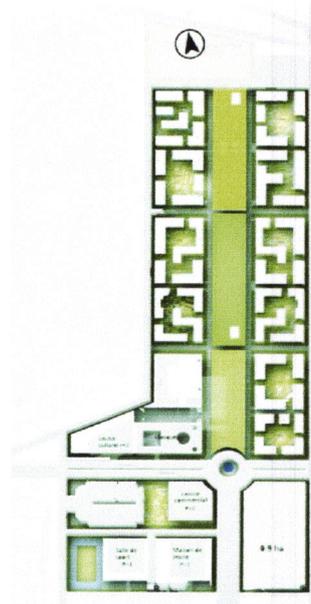


Figure 73 : Schéma de la trame verte.
Source: Auteurs.

Réseau des espaces publics :

- Une multitude de qualité d'espace à l'échelle du quartier des espaces publics aux espaces privés.
- Une place publique est aménagée au centre du quartier réservée uniquement aux piétons.



Figure 74 : Schéma du réseau des espaces publics. Source: Auteurs.

5.5.6. Calage et validation :

On a procédé d'abord à l'évaluation énergétique de notre quartier par calcul des indicateurs liés à la morphologie urbaine, et on a pu tirer les caractéristiques du meilleur ilot présenté ci-dessous :

Ilot	COS	CES	Prospect	Compacité	V/passif	Porosité
Eco-quartier	2.85	0.59	0.91	0.28	97.51	0.46

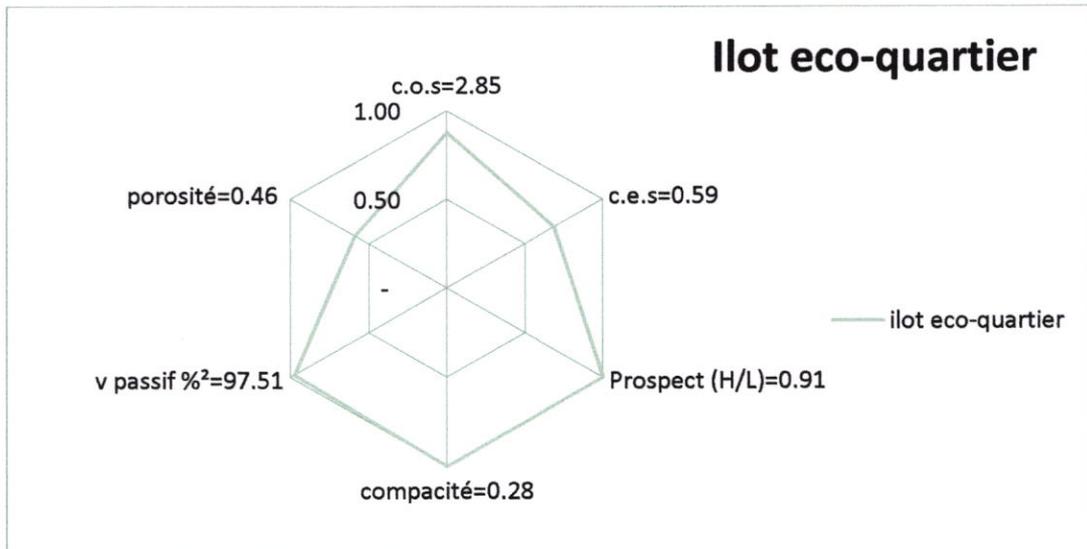


Figure 75 : Caractéristiques du meilleur ilot de notre proposition urbaine. Source: Auteurs.

Après avoir fait la comparaison entre nos meilleurs ilots qui représentent notre base de données paramétrique (ilot de la thématique et de l'évaluation de la ville), nous avons constaté que notre ilot s'intègre parfaitement entre les deux ilots de référence :

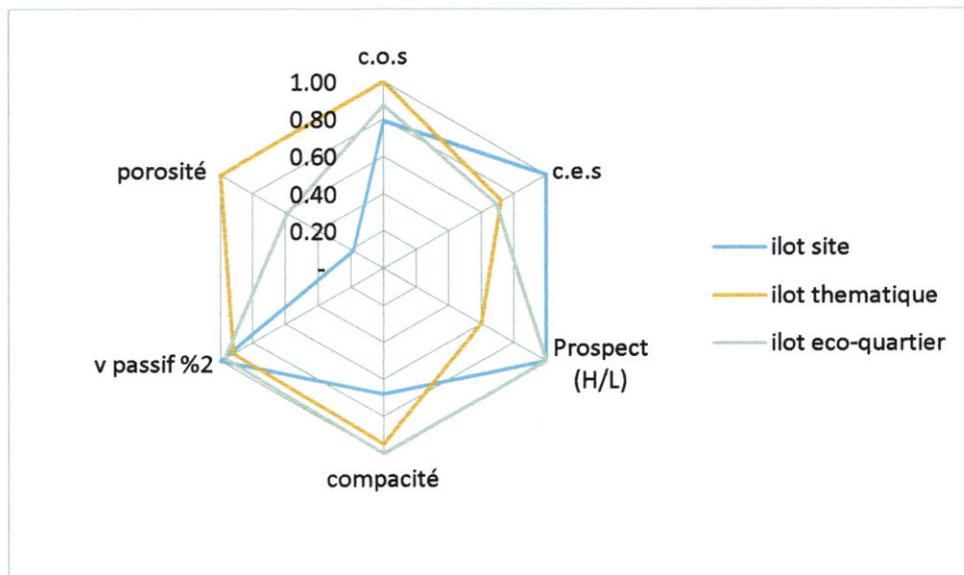
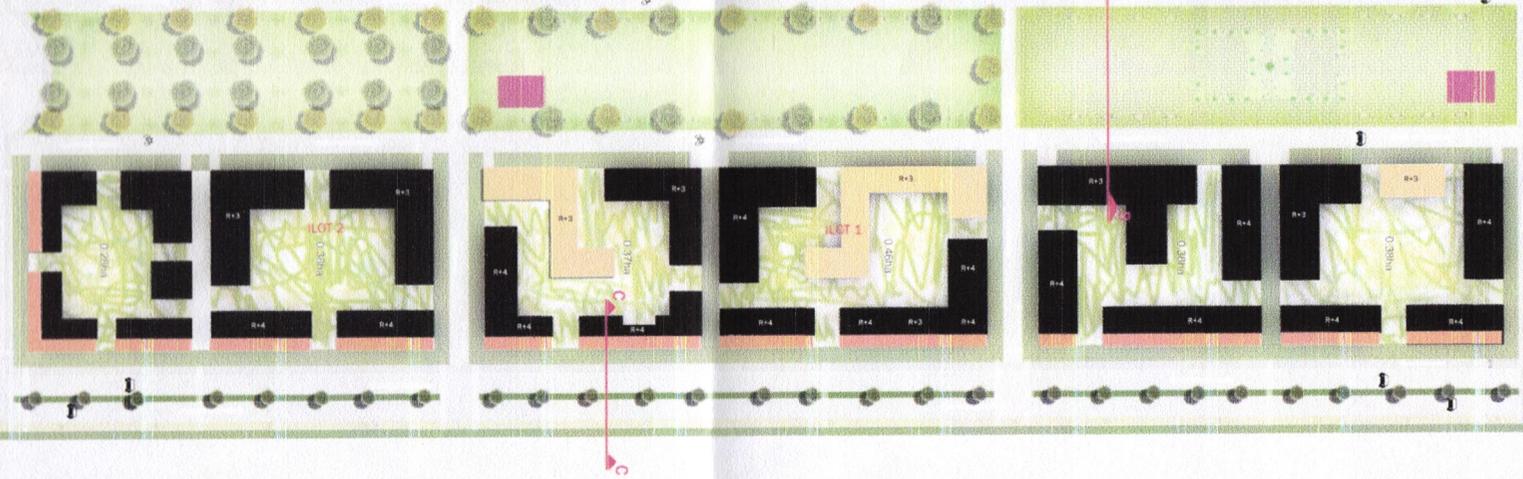
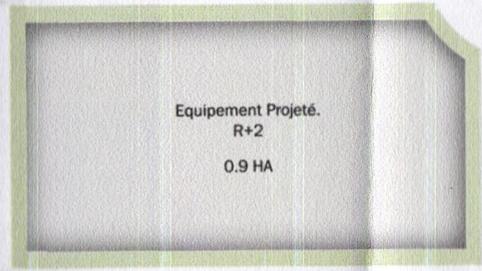
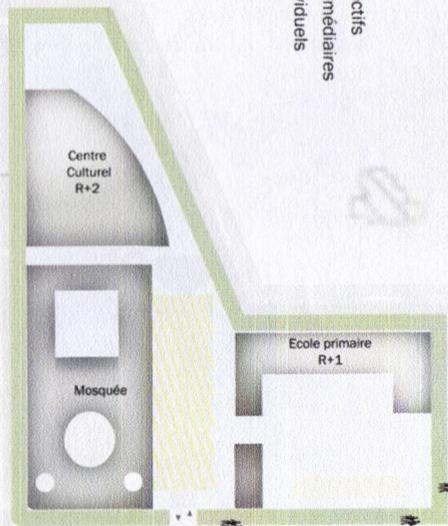


Figure 76 : Calage de l'ilot de l'éco-quartier avec les ilots de la thématique et de la ville. Source: Auteurs.

5.5.7. Plan d'aménagement :

Après recherches et analyses on est arrivée au plan d'aménagement suivant : (les photos de la volumétrie du quartier seront présentées dans l'annexe)

- LEGENDE :
- Habitats collectifs
 - Habitats intermédiaires
 - Habitats individuels
 - Commerces



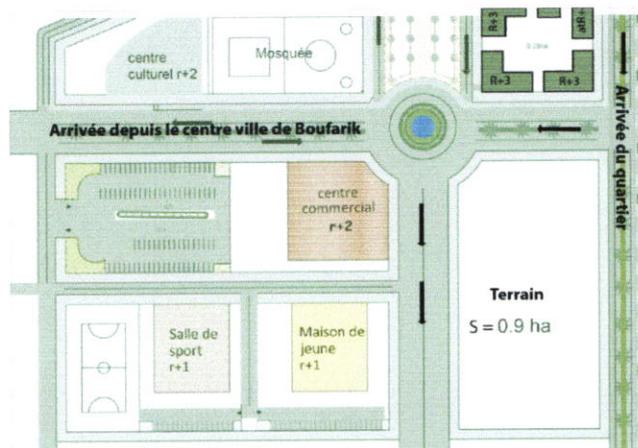
6. Intervention architecturale :

6.1. Choix du site :

Le choix de l'assiette du projet s'est fait afin de répondre aux exigences de l'équipement projeté c'est-à-dire une clinique spécialisée « mère et enfant » qui doit être accessible de tous les cotés et visible. Alors le site choisie est bordé de tous les cotés par des voies :

- Au nord et à l'est : par l'axe principal du quartier.
- A l'ouest : par une voie principale.

Ce qui facilite l'accessibilité en cas d'urgence.



6.2. Analyse du site :

Le terrain est d'une superficie de 9 100m² avec 130m de longueur et 70m de largeur. Il est bordé par des terrains agricoles à l'est et au sud, par des habitations de R+3 au nord et un centre commercial et une maison de jeune à l'ouest.

Morphologie du terrain :

Le terrain est plat et ne représente aucun relief (topographie de la ville de Boufarik).

Climat :

Le site a un fort potentiel d'ensoleillement, avec l'absence d'obstacles qui pourraient créer de l'ombre.

6.3. Forme du projet :

La forme du projet et la composition de plusieurs unités spatiale de notre programme, chaque unité a ses exigences en termes de superficie, d'orientation et de positionnement par rapport a l'enveloppe. Le programme ci-dessous englobe tous les espaces avec leurs superficies, usagers, fonctions et exigences tirés de l'analyse d'exemples et d'enquêtes faites au niveau des centres hospitaliers universitaires de Blida : CHU de Frantz Fanon et le CHU de Ben Bouali Hassiba connu par l'hôpital Benbou laid.

Figure 78 : analyse du site. Source: Auteurs.

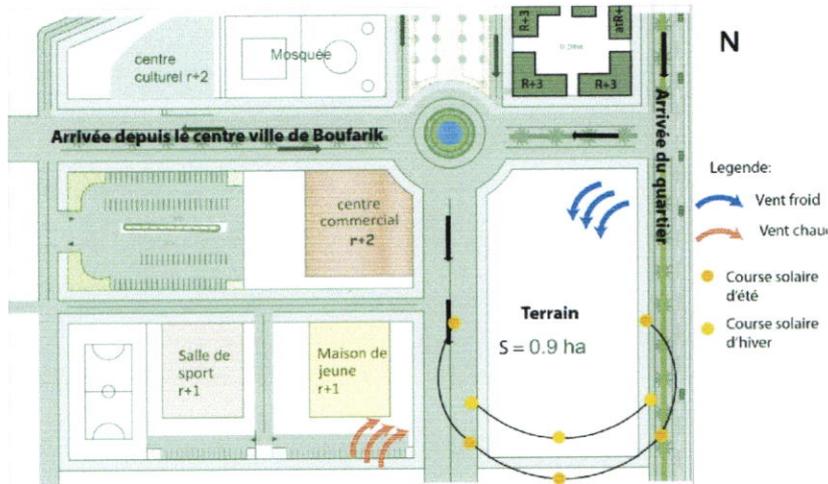


Figure 79 : Analyse du micro climat du site. Source: Auteurs.

	Le personnel		
		Préparer à manger	Un espace propre et bien aéré
ires			Pour chaque service.
		Classer les morts	Un espace fermé d'accès sauf au personnel Aménagé dans un espace discret pour faciliter l'évacuation des morts

ois grandes entités : l'accueil, service des urgences et le service de consultation. Les deux services femme et enfant sont séparés mais
mêmes espaces :

	Usagers	Fonction	Exigences	Su
	Equipe administrative	_ Accueillir _ Orientation _ Attente	_ Facile d'accès et repérable de l'extérieur _ Position centrale dans le bâtiment _ Bénéficie d'un éclairage naturel	140
	Patients visiteurs	_ Attente	_ Equipée par des chaises. _ Grande superficie.	75
ces ge n ce cins le es es ux	Urgentistes Personnels du service chirurgical Réanimateurs Malades	_ Orientation _ Attente _ Diagnostiques _ Soins	_ Visible dès l'entrée de la clinique _ La circulation intérieur doit être fluide et claire _ Une séparation entre les accès des malades en urgence et les malades à hospitaliser _ Disponibilité du matériel nécessaire et des médicaments _ Assurer un accès rapide entre le service de radiologie et le service des urgences ainsi que la salle d'opération _ l'accueil doit être à l'entrer pour assurer une bonne orientation _ Le bureau des médecins doit être à proximité de l'accueil pour garantir une intervention rapide _ Les urgences doivent être munies de deux salles d'examen accessibles par des passages ou des salles de déshabillage _ Orientation vers le Nord ou Nord-est	150 30 60
	Médecins Patientes Visiteurs	_ Accueillir des patients pour des soins et examens	_ Accès indépendant _ Liaison directe avec le service de consultation et des urgences _ prévoir un nombre de lits suffisant pour accueillir les patientes	50
on	Médecins patientes	_ Consultation _ Osculation _ Diagnostique _ Traitement	_ A proximité du hall d'accueil pour faciliter l'orientation _ Les salles doivent être munies de deux portes ; entrée et sortie des malades pour faciliter le travail	20
s	Médecins	_ Hébergement		
	Pharmaciens Médecins	_ Stockage	_ Les médicaments doivent être stockés sans un endroit frais et aéré	
ires	Médecins		_ Une bonne aération	15
	Visiteurs		_ Visible et bien aéré	
de	Personnel	_ Stockage		

oe : l'administration, le service de pré-travail et le service de gynécologie ainsi qu'un service de pédiatrie :

	Usagers	Fonction	Exigences	Su
ce l ur nel atif nel	Equipe administrative Service économique Secrétariat Service d'archive Médecins Visiteurs Malades	_ Gestion de la clinique _ Enregistrement des patientes _ Gestion du budget _ Achat du matériel et des médicaments _ Ranger les documents et les organiser	_ Bureau spécialisé pour chaque responsable _ La circulation doit être claire _ Repérable depuis l'accueil	1

logie : s vec 3 on) tion	Médecins Patientes		
rie : ins ment s ales	Médecins Patients Visiteurs	_ Hébergement des enfants _ Soins _ Surveillance	_ Les chambres doivent être bien éclairées et ventilées et isolées _ Le matériel nécessaire pour les soins

vé pour la maternité et le service de néonatalogie :

	Usagers	Fonction	Exigences	
	Visiteurs	_ Attente	_ Espace éclairé et spacieux	
es	Patientes Visiteurs Médecins	_ Hébergement _ Soins	_ La chambre doit être isolée et calme pour assurer la tranquillité _ Doit être munie de sanitaire _ La chambre doit être bien éclairée et bien ventilée _ Orientation vers le Sud ou Sud-est	20
logie	Médecins Patientes Bébés	_ Hébergement _ Soins	_ Le service doit être bien isolée pour assurer le calme _ Il doit répondre aux normes d'hygiène et de sécurité _ Il doit être à proximité des chambres des mamans	
ncins niers	Médecins			
	Personnel	_ Entretien		

uits :

que chaque service doit être relié aux autres soit verticalement (escaliers et monte charges) ou horizontalement (par des sas) afin

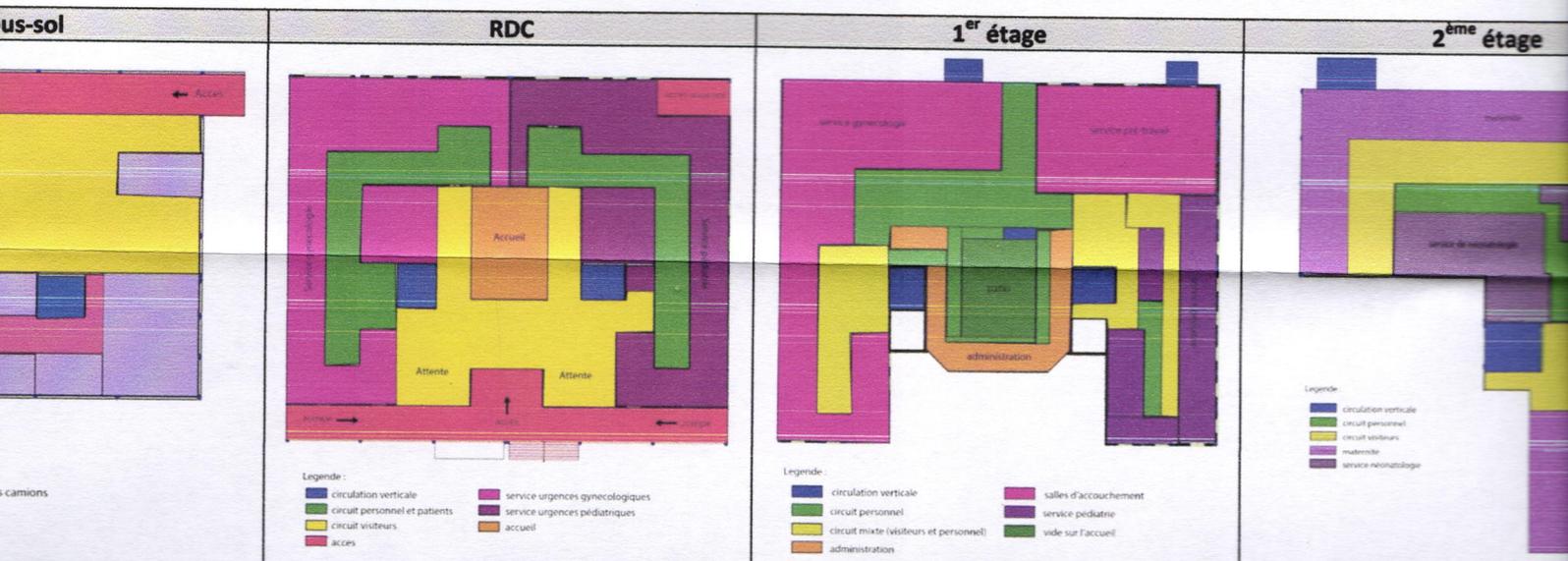


Figure 81 : Les différents circuits au RDC.

Figure 82 : Les différents circuits au 1^{er}

Figure 83 : Les différents

Genèse de la forme :

1^{ère} étape :

- Pour répondre aux exigences citées dans le tableau de la programmation et afin d'assurer une bonne circulation à l'intérieur de la clinique, nous avons opté pour une forme de base carrée.
- On a fait un recule de 12m sur la façade principale afin de permettre aux ambulances de déposer les malades, ainsi qu'un passage de 10m sur la façade arrière en cas d'urgences ou évacuation immédiate du bâtiment.
- De cela on obtient une forme rectangulaire inscrite au milieu de l'assiette du terrain afin de laisser de l'espace aux parkings de parts et d'autres (l'un pour les visiteurs et l'autre aux personnels).
- La forme est d'une superficie de 3 000 m² avec une longueur maximale de 60 m et une largeur de 50 m.
- Le sous-sol prendra la même forme que le RDC et son accès sera de l'extérieur par une rompe.

2^{ème} étape :

- A cette étape on a commencé par affecter les services qui doivent être au RDC de la clinique et les différents circuits nécessaires à son bon fonctionnement.
- Les services des urgences gynécologique et pédiatrique sont positionnés de part et d'autre et le service de consultation qui les relie avec l'accueil au milieu en face de l'entrée.
- Positionner des cages d'escalier à proximité de chaque service qui permet une bonne connexion avec l'étage supérieure.
- C'est autour de ces cages d'escalier que nous avons structuré les services du 1^{er} étage.

3^{ème} étape :

- A ce niveau la forme du volume va changer, afin d'alléger la masse engendrée par la forme cubique.
- Nous avons positionné l'administration autour d'un patio fermé et vitré qui donne sur l'accueil.
- Le service gynécologie est placé au nord avec le bloc opératoire et la salle de réanimation qui ne requiert pas un bon ensoleillement.
- Les salles d'accouchement sont orientées vers l'est.
- Les chambres du service pédiatrie sont orientées vers le sud et sud-ouest afin de profiter de l'ensoleillement et favoriser l'éclairage et chauffage naturels, ce qui induit aussi l'utilisation de la climatisation afin de rafraichir en période d'été pour contrôler l'air à l'intérieur du bâtiment.

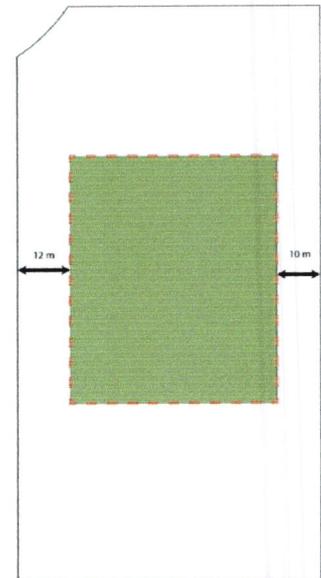


Figure 84 : Schéma de la 1^{ère} étape de la genèse de la forme. Source: Auteurs.

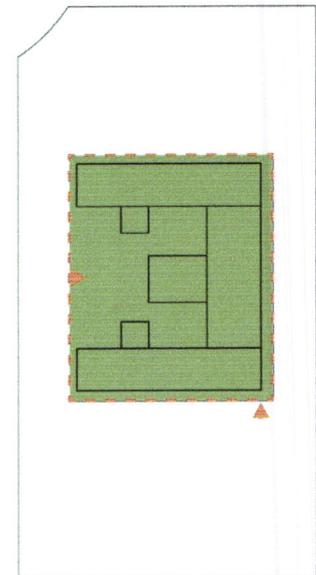


Figure 85 : Schéma de la 2^{ème} étape de la genèse de la forme. Source: Auteurs.

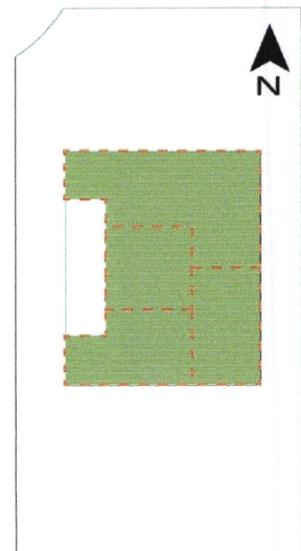


Figure 86 : Schéma de la 3^{ème} étape de la genèse de la forme. Source: Auteurs.

4^{ème} étape :

- Le dernier niveau de la clinique va accueillir la maternité et le service de néonatalogie.
- Les chambres de la maternité doivent être bien éclairées et aérées, alors nous avons opté pour une forme qui pourra satisfaire par son orientation ses exigences.
- La forme en L était la plus efficace, les chambres sont positionnées tout autour, et ont une orientation favorable pour un ensoleillement et ventilation.
- Le service de néonatalogie doit être bien isolé et ne requiert pas d'éclairage naturel, ni besoin de ventilation donc on la positionnée au centre.
- De ce principe on aura l'impression que la maman enveloppe son enfant.

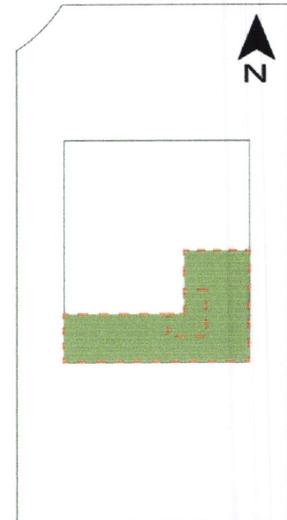


Figure 87 : Schéma de la 4^{ème} étape de la genèse de la forme. Source : Auteurs.

Structure et matériaux :

Pour la structure de notre projet nous avons proposé un système en poteaux-poutres en béton armé d'une section de 35cm x 50cm et une trame structurale de 5m x 10m. Cette trame nous est utile pour dégager de l'espace surtout en ce qui concerne les salles d'opération, l'hôpital de jour et les salles de réanimation (afin d'éviter qu'un poteau se retrouve au milieu de ses salles). Deux joints de rupture sont utilisés dans le sens longitudinal et un dans le sens transversal du bâtiment à cause des grandes distances (largeur et longueur 60m x 50m).

Les murs seront en brique creuse avec une isolation en polystyrène extrudé (tiré des simulations).

Façades :

Pour les façades, nous avons opté pour un traitement simple par des ouvertures rythmées sur la partie hébergement, une imbrication de volume pour mettre en évidence les escaliers, et un élément d'appel pour marquer l'entrée principale de la clinique.

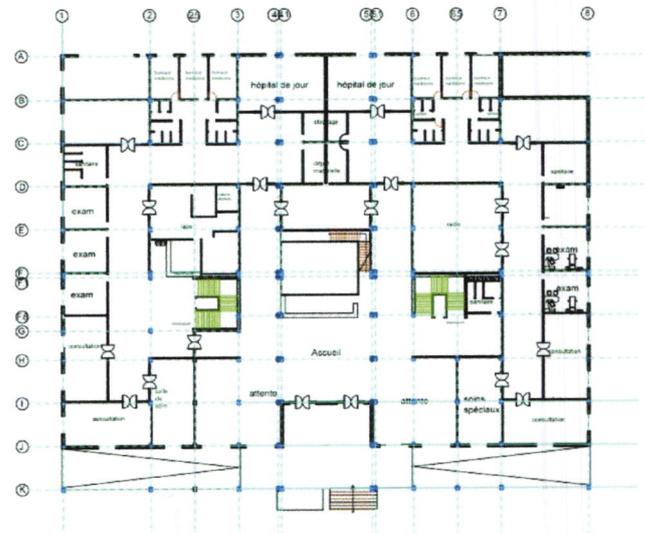


Figure 88 : La trame structurale du RDC. Source: Auteurs.



Figure 89 : La façade principale (orientée ouest). Source: Auteurs.

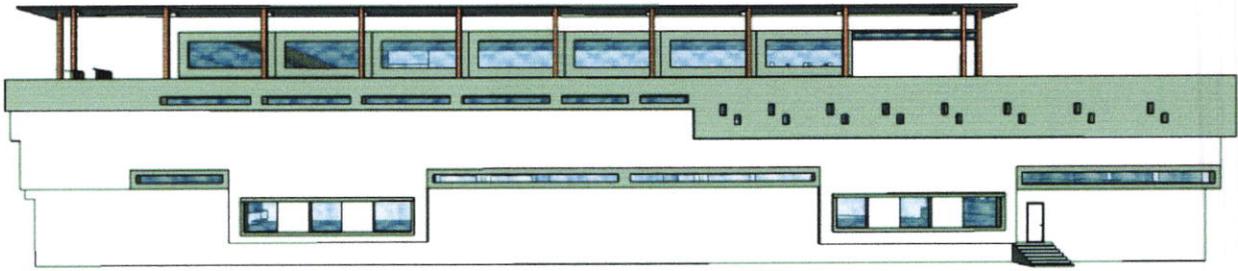


Figure 90 : La façade arrière (orientée est). Source: Auteurs.



Figure 91 : La façade sud. Source: Auteurs.

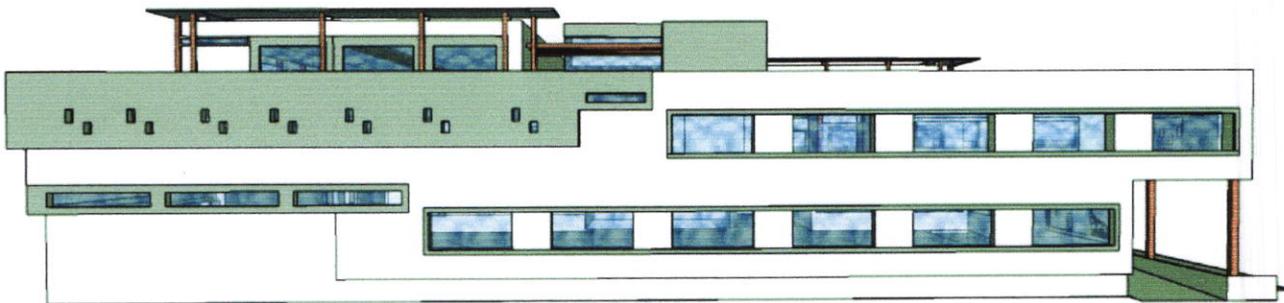


Figure 92 : La façade nord. Source: Auteurs.

Evaluation énergétique :

Après avoir validé notre projet, nous avons eu recours à la simulation grâce aux logiciels « izuba energies » pour évaluer la performance énergétique de notre projet, on s'est basé essentiellement sur la consommation énergétique du 2eme étage (maternité et service de néonatalogie), nous avons effectué une comparaison entre deux cas l'un avec des matériaux de construction couramment utilisés le deuxième en appliquant les résultats tirés de l'approche énergétique (chapitre 2) c'est-à-dire l'outil d'aide à la conception architecturale, le protocole de simulation des deux cas est présenté ci-dessous :

Nous avons commencé par introduire les données géographiques (de la ville d'Alger), puis dessiner le plan du 2eme étage qui s'étend sur une surface d'environ **1330m²** dans le logiciel **Alcyone**.

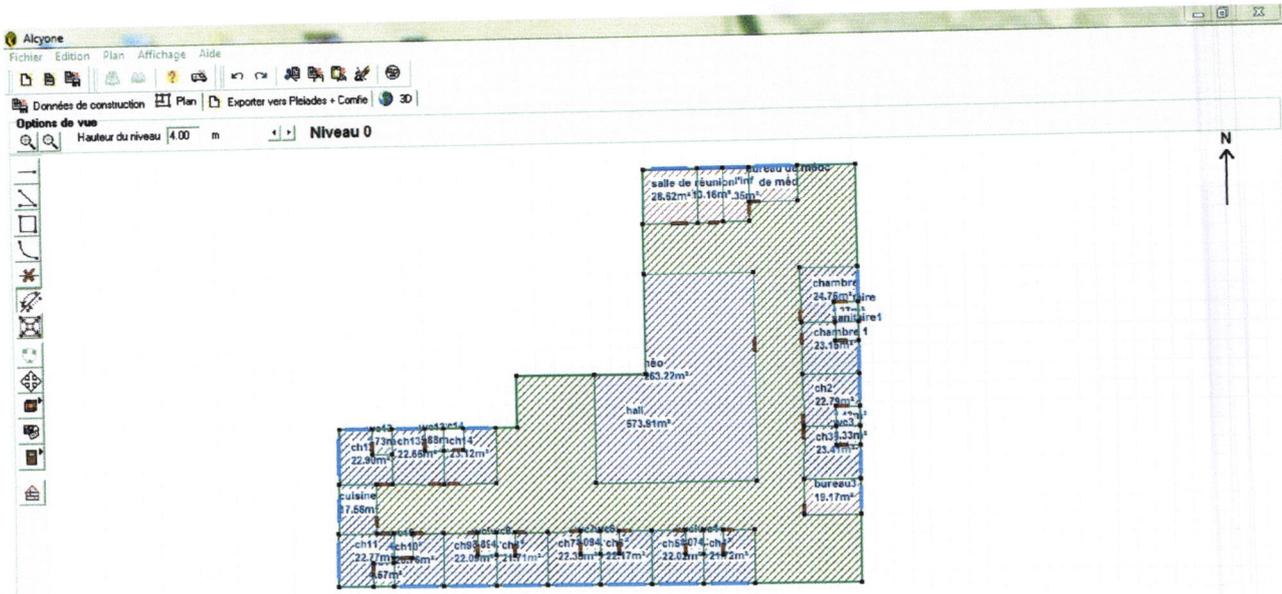


Figure 93 : Interface du logiciel Alcyone.

Nous avons ensuite introduit les scénarios de climatisation et de ventilation pour les deux saisons été et hiver, et réglé les consignes de thermostat.

Cas n°1 :

Eléments	Composition et épaisseur
Parois extérieures	Enduit extérieur de 2cm. Brique creuse de 10cm. Lame d'air de 1.5cm. Brique creuse de 10cm. Enduit plâtre de 2cm.
Parois intérieures	Enduit plâtre de 1cm. Brique creuse de 10cm. Enduit plâtre de 1cm.
Plancher bas (dalle pleine)	Béton lourd de 20cm. Mortier de 4cm. Carrelage de 1cm.
Plancher haut (terrasse)	Béton lourd de 4cm. Hourdis de 16cm en béton. Enduit plâtre de 2cm.
Fenêtres	Fenêtres en aluminium en simple vitrage.
Portes	Portes en bois isolante performante.

Les résultats :

Besoins en chauffage (KWh)	Besoins en climatisation (KWh)	Somme	IPE (KWh/m ² .an)
82 774 KWh	169 277 KWh	252 051 KWh	189 KWh/m ² .an

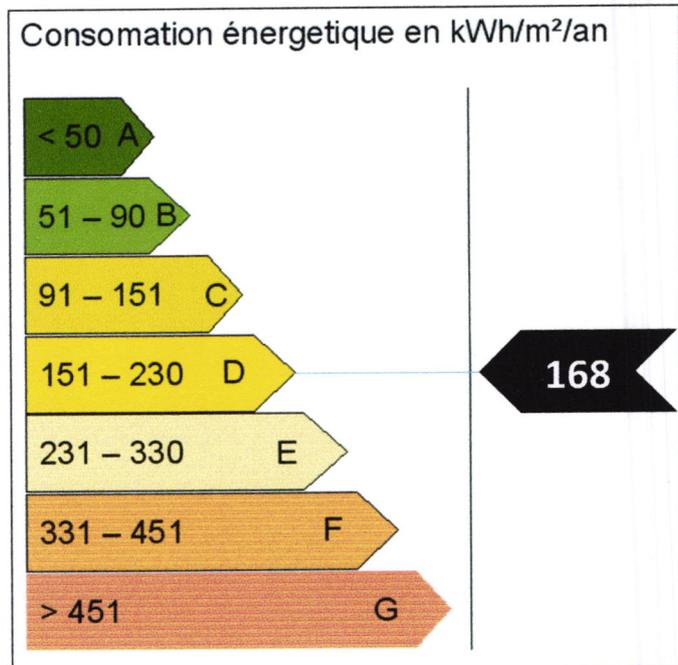
Cas n°2 :

Éléments	Composition et épaisseur
Parois extérieurs	Enduit extérieur de 2cm. Brique creuse de 10cm. Polystyrène extrudé de 14cm. Brique creuse de 10cm. Enduit plâtre de 2cm.
Parois intérieurs	Enduit plâtre de 1cm. Brique creuse de 10cm. Enduit plâtre de 1cm.
Plancher bas (dalle pleine)	Béton lourd de 20cm. Mortier de 4cm. Carrelage de 1cm.
Plancher haut (terrasse)	Béton lourd de 4cm. Hourdis de 16cm en béton. Enduit plâtre de 2cm.
Fenêtres	Fenêtre en aluminium en double vitrage.
Portes	Porte en bois isolante performante.

Les résultats :

Besoins en chauffage (KWh)	Besoins en climatisation (KWh)	Somme	IPE (KWh/m ² .an)
77 046 KWh	147 637 KWh	224 683 KWh	168 KWh/m ² .an

La performance énergétique à la quelle nous avons abouti est dans la classe **D**, mais par les améliorations effectuées sur l'enveloppe évaluée nous avons réussi à optimiser la consommation énergétique annuelle de l'étage de 12% de la consommation initiale (cas1).



Conclusion générale :

A travers les études effectuées lors de notre recherche qui avait pour but de répondre aux problématiques posées et contrôler la consommation énergétique à l'échelle urbaine et architecturale. On a commencé d'abord par l'analyse de la ville de Boufarik et la définition des problèmes qu'elle rencontre dont le plus majeur est l'étalement urbain, car son développement incontrôlé en dépit des terres agricoles qui l'entourent engendre une mal-rationalisation des espaces, désarticulation des extensions nouvelles et une agriculture menacée. Cet étalement urbain non souhaitable engendre une surconsommation de l'énergie globale de la ville et plus précisément les gaz à effet de serre dégagés par l'augmentation du flux automobile au cœur de la ville comme à sa périphérie. Comme réponse à cette problématique on a opté pour une construction écologique dite les éco-quartier pour minimiser leur impact énergétique sur la ville on a effectué une série d'études et recherches selon une approche paramétrique qui a confirmé les définitions de ses indicateurs et qui nous ont permis de concevoir un modèle d'évaluation énergétique grâce à une panoplie d'indicateurs liés à la morphologie urbaine et au microclimat classés selon leurs influences les uns sur les autres et leurs capacités de diminuer la consommation d'énergie global, avec la densité et l'îlot de chaleur urbain qui représentent les indicateurs le plus influents suivis du prospect, compacité, volume passif et puis la mobilité, et enfin l'ensoleillement et la ventilation qui ont une faible influence. Sur cette base et l'étude énergétique de l'aire d'intervention qu'on a put établir notre projet urbain, un éco-quartier qui s'intègre à son environnement et s'articule avec le noyau historique de la ville et prend la place des constructions illicites qui existaient. Un projet architectural vient par la suite répondre aux besoins des habitants du quartier, un projet qui vise à établir une consommation énergétique moindre et réalisée après avoir développé un outil d'aide à la conception architecturale applicable à la ville d'Alger et ses environs suite à une série de simulations monovariantes des indicateurs liés à la forme, l'enveloppe ou l'environnement dans lequel s'inscrit le projet. Ses simulation ont été faites sur un archétype et ont permis de classer les indicateurs selon leur diminution de la consommation d'énergie de la conception architecturale. La compacité est le premier indicateur qui influe le plus sur la consommation énergétique puis vient l'isolation suivis du volume passif, le taux et type de vitrage puis l'orientation et le prospect. Cet outil nous a aidé lors de la conception de notre projet et a servi de guide pour la genèse de la forme dans laquelle on a essayé de répondre à toutes les exigences. Une clinique spécialisée mère et enfant qui s'intègre dans le quartier et contribue à son développement, et sur la base des simulations effectuée sur l'étage supérieure de notre projet, nous avons pu optimiser la consommation énergétique de 189 KWh/m².an à 168 189 KWh/m².an en appliquant les résultats de notre recherche. L'efficacité énergétique mise en exergue lors de la conception des deux projets urbain et architectural contribue à l'intégration et au bon développement de la ville de Boufarik, ces projets pourraient servir de modèle aux extensions futures, nous pouvons ainsi confirmer les hypothèses citées dans le chapitre introductif.



Bibliographie :

Mémoires et thèses :

SYLVAIN MALFROY, L'approche typo morphologique de la ville et du territoire (1986).

Étalement urbain par : Guillaume SAINTENY, Directeur des Etudes économiques et de l'Évaluation environnementale, MEDAD.

Approfondissement théorique : l'analyse typo-morphologique.

Mohamed DJAAFRI, Forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils (22 juin 2014).

MAHAYA Chafik, Optimisation de la forme urbaine par l'évaluation du potentiel solaire (30 Avril 2014).

Emmanuel Bozonnet, Impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments - Cas de la rue canyon 2005.

AHMED OUAMEUR FOUAD, Morphologie urbaine et confort thermique dans les espaces publics 2007.

Stella Tsoka Relations entre morphologie urbaine, microclimat et confort des piétons : application au cas des éco quartiers (Décembre 2012).

CNRS.M.M-C-U, Approches physiques des ambiances urbaines, caractérisation et conception (novembre, 2008).

M.MUSY. Du microclimat au bâtiment. Concevoir en milieu urbain : Prise en compte des intersections bâti-environnement urbain.

Matthieu Adam. Densité : étude transversale de l'évolution de la forme urbaine d'un quartier de grands ensembles. Entre arguments environnementaux et perceptions habitantes (Mars 2011).

KHALED ATHAMENA. Modélisation et simulation des microclimats urbains : Etude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Cas des éco-quartiers (Novembre 2012).

Les villes et les formes, sur l'urbanisme durable.

La mise en place de la réglementation thermique et énergétique en Tunisie : Efficacité énergétique dans le bâtiment.

Mr. BOURSAS Abderrahmane, étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation, Université Constantine 1, 2012-2013.

Julien Bouyer, Modélisation et simulation des microclimats urbains Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, le 16 Septembre 2009.

Orientation, couleur et protection des façades des bâtiments bioclimatiques.

Architecture et Climat. M. Le Paige - E. Gratia - A. De Herde (1986).

Le conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement de la Sarthe, Place du marché, Quartier Vauban, Fribourg Allemagne.

Nouvelles formes d'habiter, nouvelles formes d'habitat : Le cas de Freiburg Im Breisgau Allemagne.

Mémoire sur centre hospitalo-universitaire à Tlemcen 2012/2013.

Direction de l'organisation des soins au Niger, Normes et standards des infrastructures, équipements et personnel du système de santé.

Thèse de doctorat, Faculté de médecine de Créteil, Natalie Blanchard ,Aspects pratiques de la construction d'une clinique (2003).

Ouvrages :

Serge Salat, les villes et les formes. Sur l'urbanisme durable, Année : 2011, édition CSTB

JEAN-PAUL LACAZE. Les méthodes de l'urbanisme. 6eme édition.

BOU-FARIK par le colonel C. Trumelet - 1887 -,2eme édition.

Articles, revues :

Revue de littérature Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels Juillet 2009 institut national de santé publique Québec.

Article web : cours sur le développement durable.

Article site internet : <http://www.2020energy.eu>: intelligent energy in Europe.

L'article sur le projet d'hôtel de région Lyon Confluence par C.de Portzamparc.

Article sur internet de Razika Kharchi, CDER. Consulté le 27/06/16.

Article de Roger DUBUIS, ASH SUISSE, Habitation Septembre 2008. Voyage étude à Freiburg, à la rencontre de deux modèles d'éco-quartier.

Article : Voir et comprendre pour réaliser un aménagement durable.

Article : Guide des éco-quartiers en Europe. ADEME Convention pour Energie-Cités, 2007.

Site internet :

La périurbanisation : phénomène lié à celui de rurbanisation, désigne le processus de « retour » ou « fuite » des citadins vers les campagnes. (Source : Wikipédia).

www.wikipédia.org.

www.romande-energie.ch.

<http://www.performance-energetique.lebatiment.fr> .

<http://whc.unesco.org> .

Implantation et orientation des bâtiments.

www.jeveuxauvermaplanete.com.

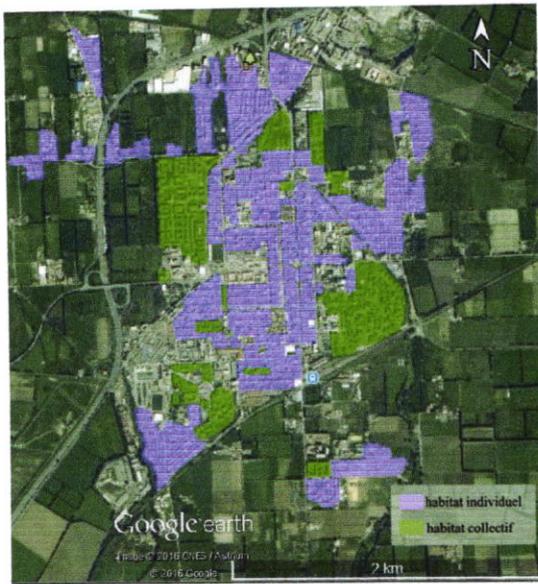
<http://www.global-chance.org>.

Documents :

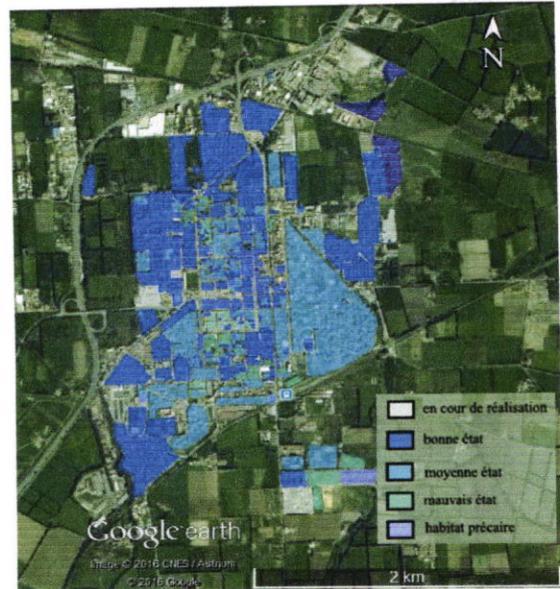
Rapport final du PDAU de la commune de Boufarik 2010.

Annexes

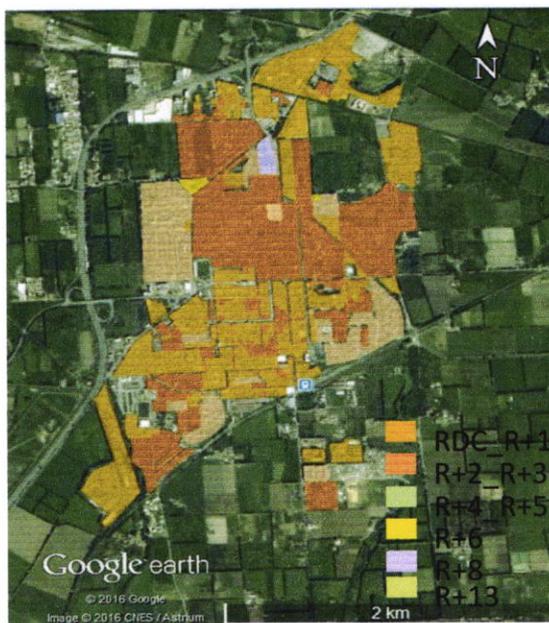
Cartes du système bâti de la ville de Boufarik :



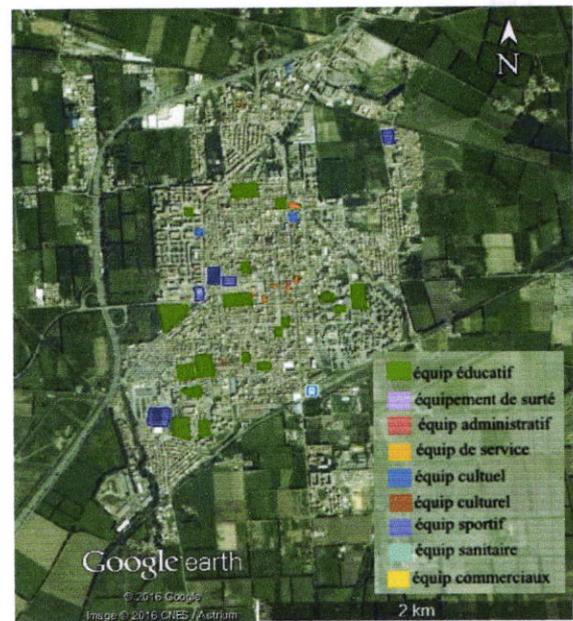
Annexe 1 : Carte des typologies d'habitat à Boufarik. Source Google Earth (Auteurs).



Annexe 2 : Carte d'état de bâti à Boufarik. Source Google Earth (Auteurs).



Annexe 3 : Carte des gabarits à Boufarik. Source Google Earth (Auteurs).



Annexe 4 : Carte des équipements à Boufarik. Source Google Earth Auteurs).

Etude de la mobilité des éco-quartiers :

1. Eco-quartier de la thématique :

- Le nombre de nœuds : $N=139$.
- Le nombre de liens : $L=237$.
- Surface du système viaire =30 ha, soit environs 40% de la surface du quartier.

Nombre cyclomatique U	L'indice α	L'indice β
U = 99	$\alpha = 0.36$	$\beta = 1.7$
L'indice γ	Densité des intersections	Indice des densités
$\gamma = 57\%$	4.63	7.9

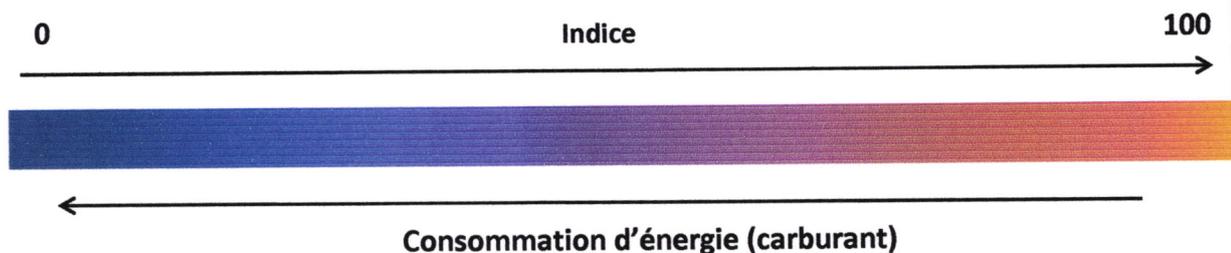
- Distance moyenne entre intersections est de 39.97m.

2. Notre proposition urbaine :

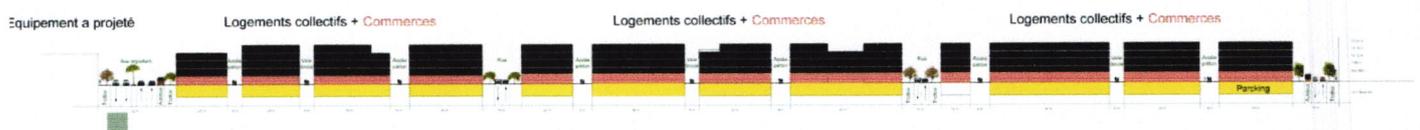
- Le nombre de nœuds : $N=22$.
- Le nombre de liens : $L=37$.
- Surface du système viaire =4.87 ha, soit environs 27% de la surface du quartier.

Nombre cyclomatique U	L'indice α	L'indice β
U = 16	$\alpha = 0.41$	$\beta = 1.68$
L'indice γ	Densité des intersections	Indice des densités
$\gamma = 61\%$	4.51	7.59

- Distance moyenne entre intersections est de 39.97m.

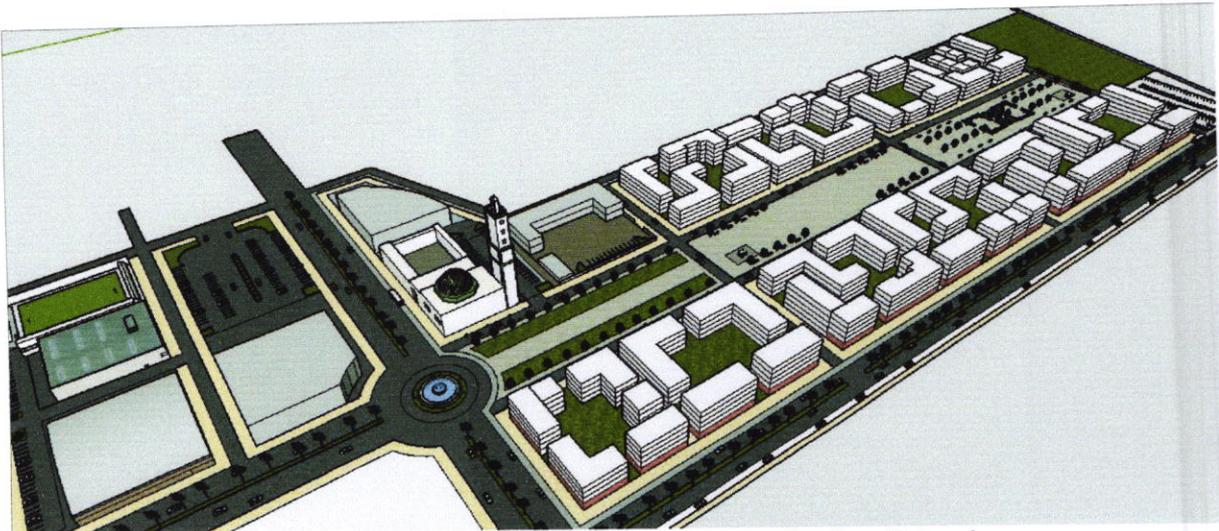


Coupes sur les voiries du quartier :

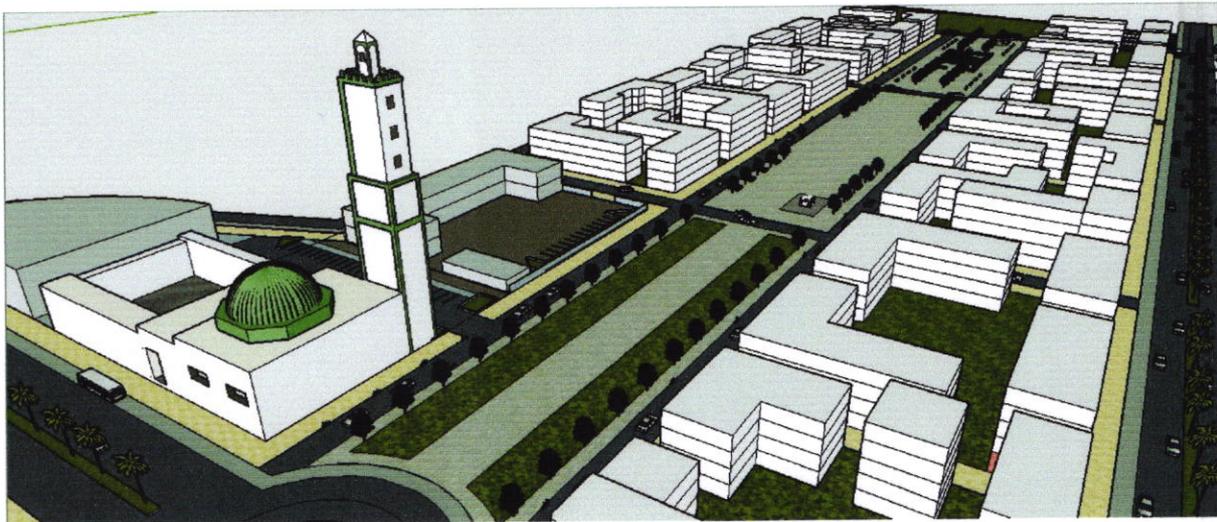


Annexe 5 : Façade sur l'axe Nord-Sud. Source : Auteurs.

Photos de la 3D de l'éco-quartier :



Annexe 9 : Vue d'ensemble sur l'éco-quartier. Source Sketch up (Auteurs).

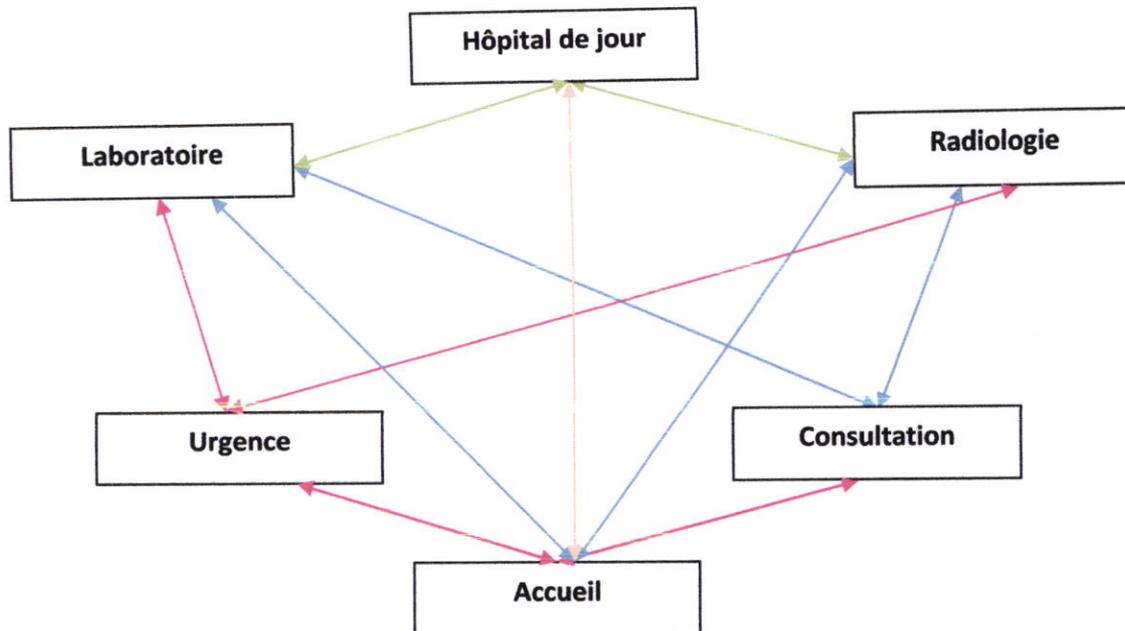


Annexe 10 : Vue sur le cœur du quartier (la place publique). Source Sketch up (Auteurs).



Annexe 11 : Vue sur les axes structurant du quartier. Source Sketch up (Auteurs).

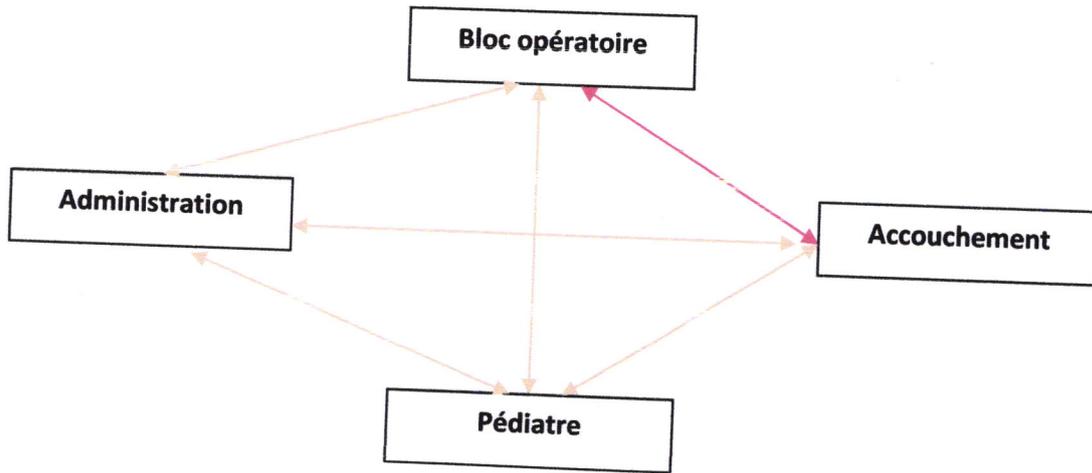
Liaison entre les services : RDC



- ↔ Liaison forte.
- ↔ Liaison facile et moyenne.
- ↔ Liaison faible mais souhaitable.
- ↔ Pas de Liaison souhaitable.

Annexe 12 : organigramme fonctionnel du RDC. Source (Auteurs).

Liaison entre les services : 1^{er} étage

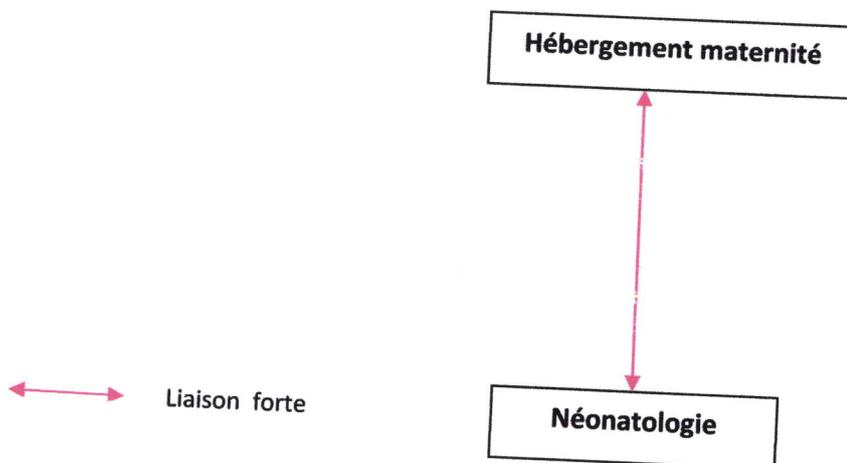


↔ Liaison forte.

↔ Pas de Liaison.

Annexe 13 : organigramme fonctionnel du 1^{er} étage. Source (Auteurs).

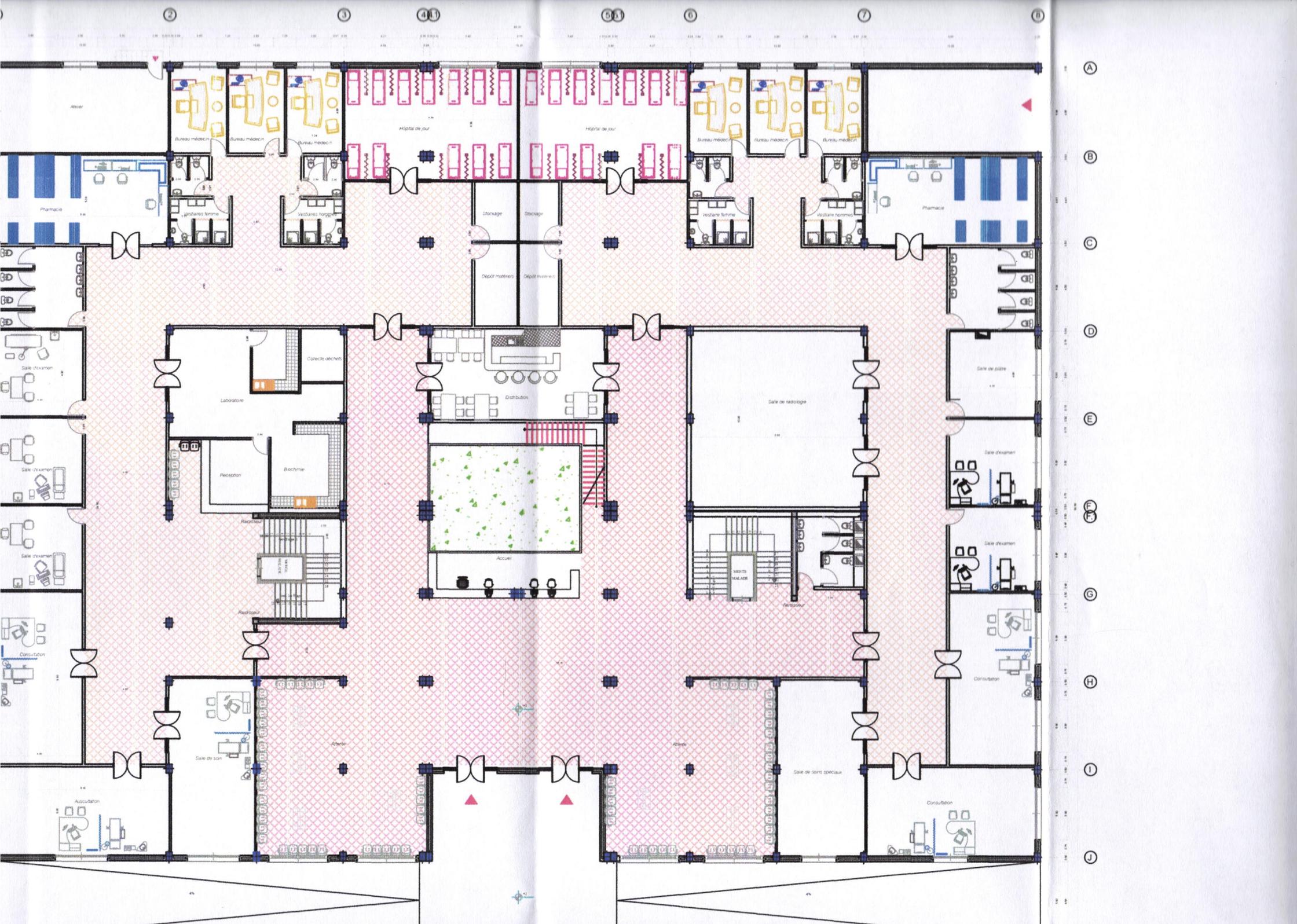
Liaison entre les services : 2^{ème} étage

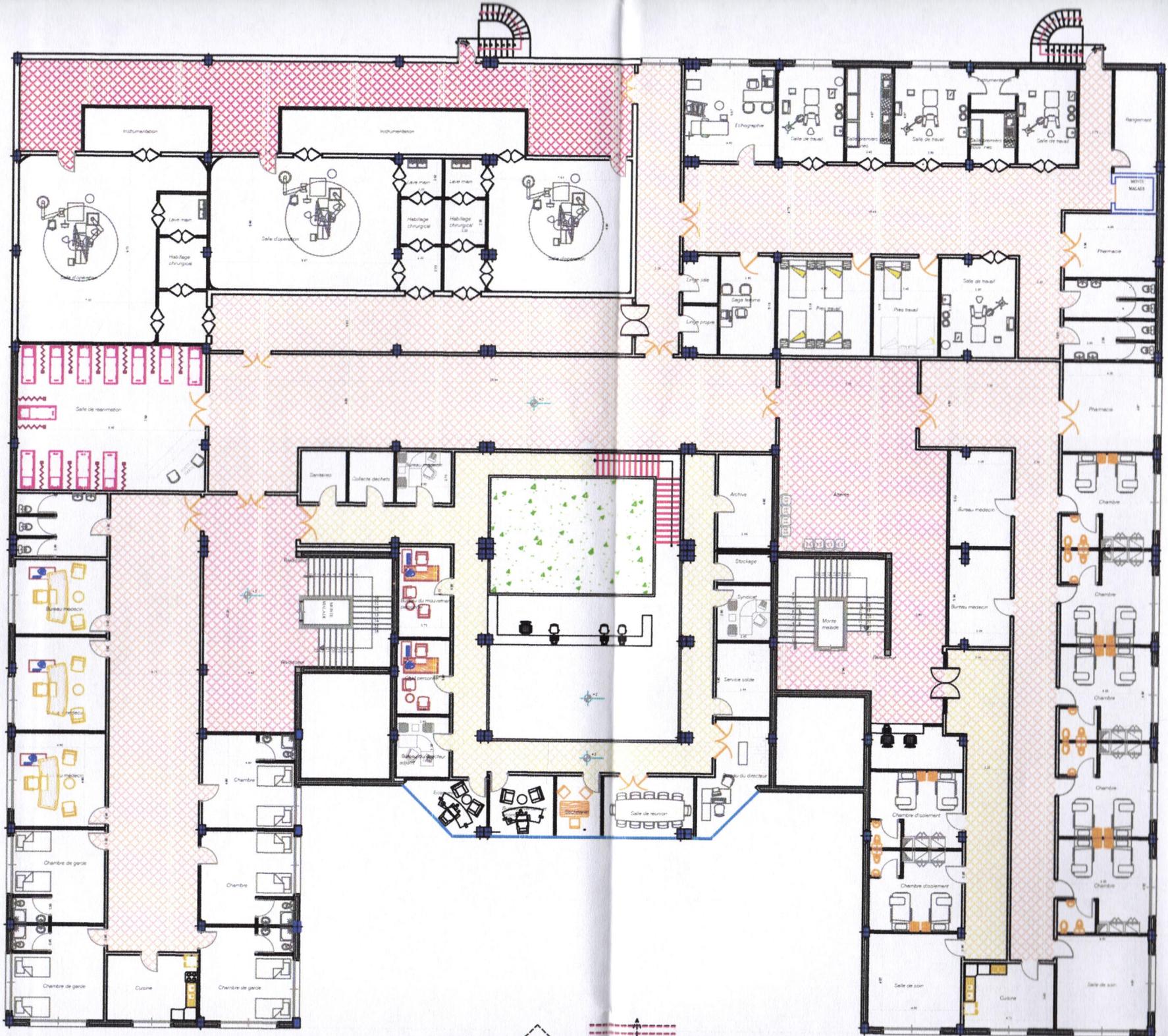


↔ Liaison forte

Annexe 14 : organigramme fonctionnel du 2^{ème} étage. Source (Auteurs).

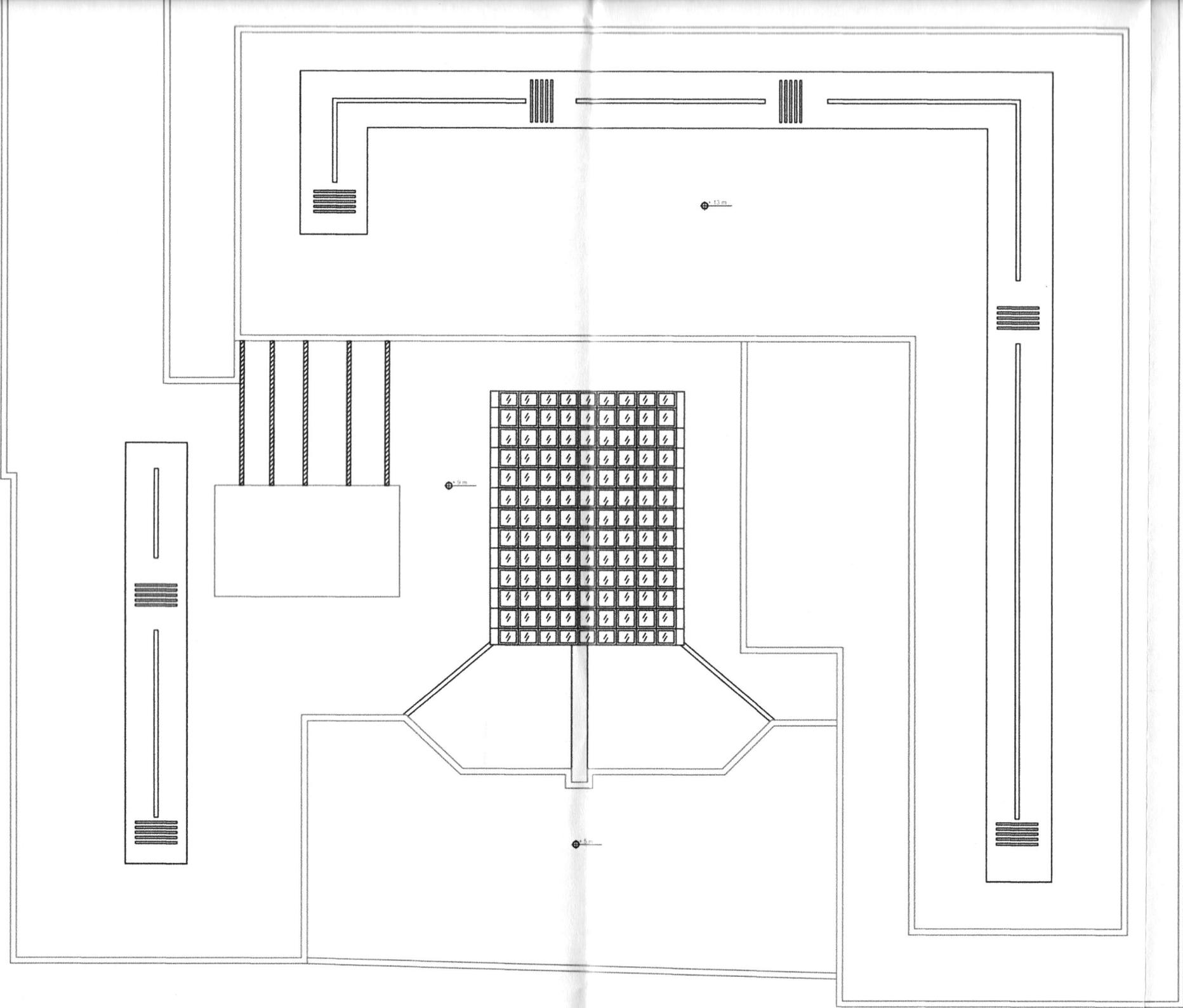


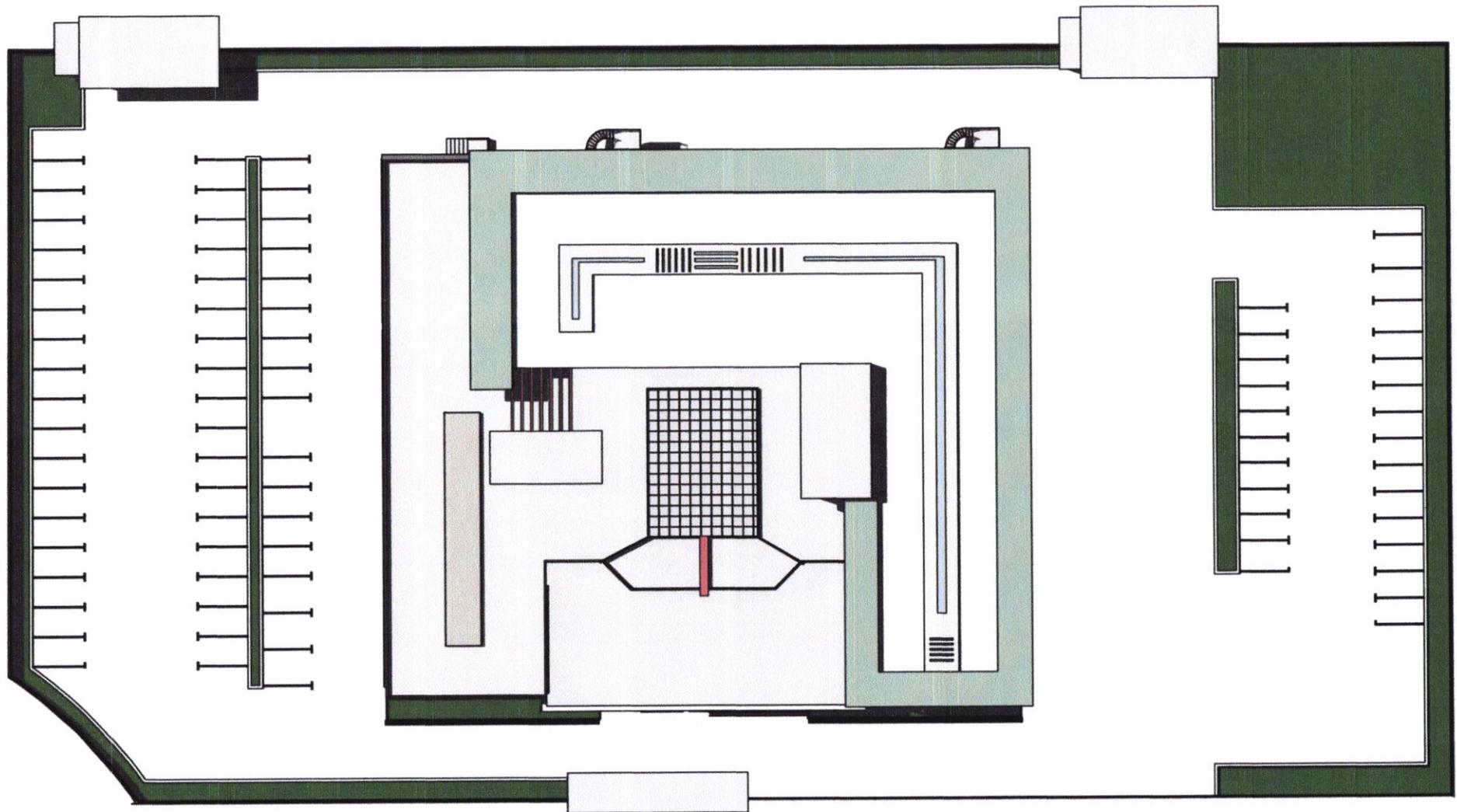




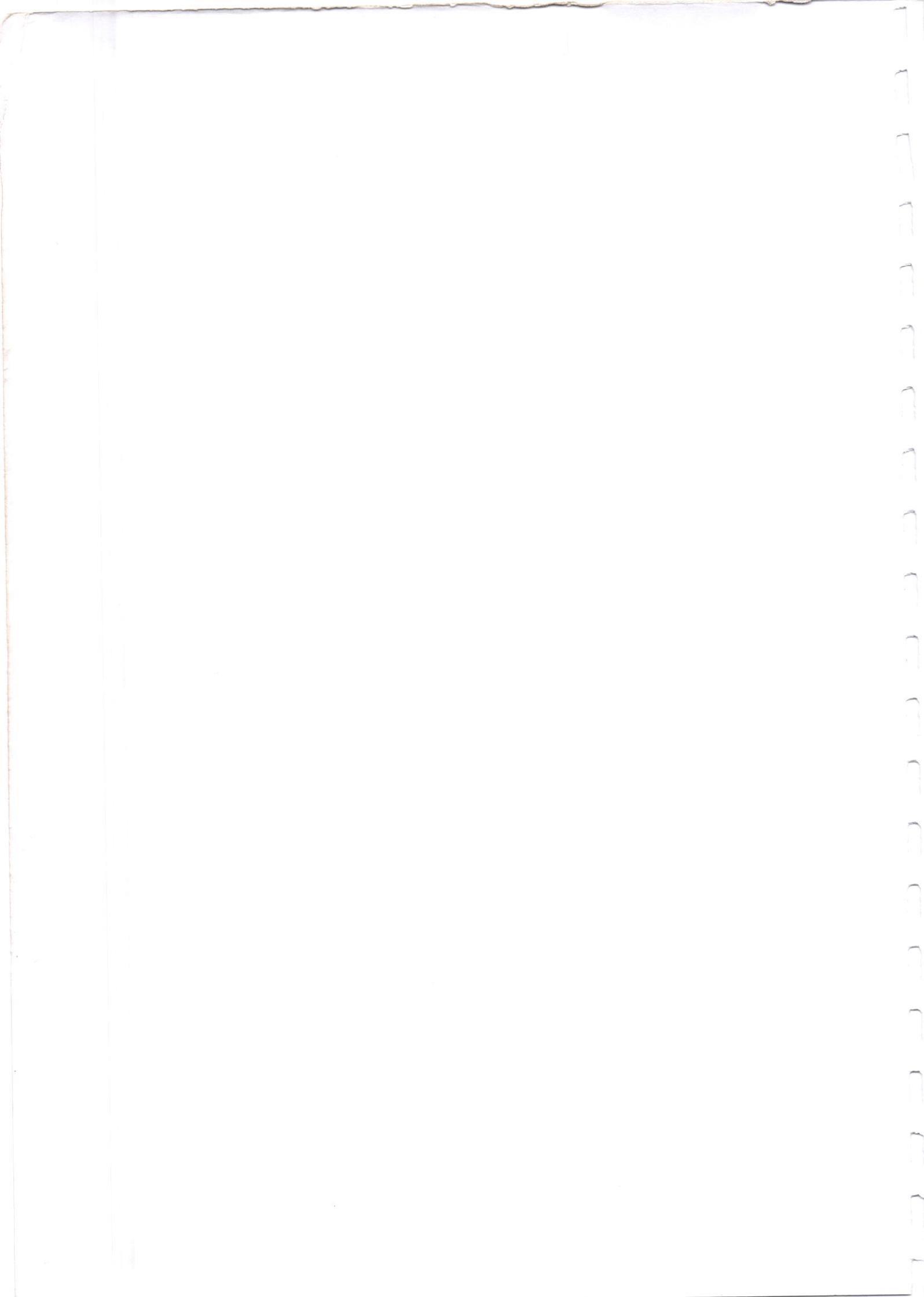
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K







Annexe 20 : Plan de masse de la clinique. Source (Auteurs).



Liste des figures :

Figure 5 : Carte de situation de la ville de Boufarik. Source: Google Earth.....	2
Figure 6: Méthodologie suivie Source : Auteurs.....	4
Figure 7 : Organigramme de l'approche énergétique urbaine Source : Auteurs.....	7
Figure 4 : Effet Wise.....	10
Figure5 : Effet de coin.....	11
Figure 6: Effet de barre.....	11
Figure 7 : Effet de canalisation.....	11
Figure8 : Effet venturi.....	11
Figure 9 : Schéma de l'îlot de chaleur au-dessus de l'agglomération parisienne.....	14
Figure10 : Phénomène d'amplification de l'îlot de chaleur urbain et système de climatisation.....	15
Figure 11 : Classement des indicateurs Source : Auteurs.....	26
Figure12 : schéma de l'influence de l'augmentation de l'épaisseur sur l'économie de l'énergie et du cout....	28
Figure 13 : Définition de l'orientation d'un bâtiment (J.BOUYER.....	29
Figure14 : La course solaire en hiver.....	30
Figure 15 : La course solaire en été.....	30
Figure 16 : Débord de toiture.....	31
Figure17 : Retrait de façade.....	31
Figure 18 : Pergola.....	31
Figure19 : Protection végétale.....	31
Figure 20 : Le rapport entre le taux de vitrage et la consommation d'énergie.....	31
Figure 21 : Architecture solaire passive.....	31
Figure 22 : Ventilation par cheminée (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016).....	32
Figure 23 : Ventilation par atrium (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016).....	33
Figure 24: Ventilation par cheminée (Source :Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016).....	33
Figure 25 : Ventilation d'un seul coté mono exposé (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016).....	33
Figure 26 : Ventilation par 2 ouvertures en façades (Source : Cours Madame Maachi Ventilation Naturelle 2016).....	33
Figure 27 :L'archétype choisis. Source: Auteurs (dessiné sur sketch up).....	34
Figure28: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'orientation Source : Auteurs.....	36
Figure 29: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au taux de vitrage Source : Auteurs.....	36
Figure 8: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au Prospect Source : Auteurs.....	37
Figure 31: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au types de vitrage Source : Auteurs.....	37
Figure 32: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport au volume passif Source : Auteurs.....	38
Figure 33: taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à la compacité Source : Auteurs.....	39
Figure 34 : taux de réduction de consommation d'énergie par rapport à l'isolation du mur et du toit/source : auteurs...39	39
Figure 35 : Comparaison entre les indicateurs (Source : Auteurs).....	40
Figure 36 : Classement des indicateurs (Source: Auteurs).....	40
Figure37 : Organigramme des liaisons entre les services de la clinique. Source : Auteurs.....	45
Figure 38 : Environnement immédiat. Source Google Earth.....	46
Figure39 : Orientation. Source Google Earth.....	46
Figure 40 : Genèse de la forme du projet.....	46
Figure 41 : Forme de la polyclinique (Source: Auteurs).....	47
Figure 42 : L'entrée de la polyclinique.....	47
Figure 43 :L'aile d'hospitalisation de la polyclinique.....	47

Figure 44 : Carte de situation de la ville de Boufarik. Source: Google Earth. (Auteurs).....	49
Figure 45 : Carte des limites de la ville de Boufarik. Source: Google Earth. (auteurs).....	49
Figure 46 : Carte d'accessibilité de la ville de Boufarik. Source: PDAU de Boufarik.....	49
Figure 47 : Topographie de l'aire d'intervention (Nord-Sud). Source : Google Earth traité par.....	50
Figure 48 : Topographie de l'aire d'intervention (Est-Ouest).Source : Google Earth traité par auteurs.....	50
Figure 49 : Carte des étages climatiques de l'Algérie.....	50
Figure 50 : La direction du vent de la ville Boufarik.....	51
Figure 51 : digramme Givoni de la ville Boufarik adapté par étudiantes.....	51
Figure 52 : graphe représente les jours nécessaires pour le chauffage et climatiseur fait par étudiants.....	51
Figure 53 : Chemin de crête synthétique provenant d'Alger. Source : étudiants M2 projet urbain.....	52
Figure 54 : Chemin de crête synthétique provenant de Blida. Source : étudiants M2 projet urbain.....	52
Figure 55 : Carte de synthèse de l'analyse territoriale. Source : Auteurs.....	53
Figure 56 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida.....	54
Figure 57 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida.....	54
Figure 58 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida.....	54
Figure 59 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida.....	54
Figure 60 : Catre historique de la ville de Boufarik. Source: DUC Blida.....	54
Figure 61 : Carte synthèse de la lecture diachronique. Source: Google Earth. (Auteurs).....	55
Figure 62 : Carte de synthèse de l'analyse du système viaire de la ville de Boufarik. Source: Auteurs.....	55
Figure 63 : Carte des problématiques: Source Google Earth (Auteur).	57
Figure 64 : Caractéristiques du meilleur ilot de la ville de Boufarik. Source : Auteurs.....	59
Figure 65 : Carte de situation du site d'intervention. (Source : Google Earth (Auteurs).....	60
Figure 66 : Carte de délimitation de l'aire d'intervention. Source: Google Earth (Auteurs).....	60
Figure 67 : Schéma des dimensions du terrain. Source Google Earth (Auteurs).....	60
Figure 68 : Schéma des enjeux de l'insertion urbaine. Source: Auteurs.....	63
Figure 69 : Axes majeurs et développement commercial. Source: Auteurs.....	63
Figure 70 : Schéma de la trame viaire. Source : Auteurs.....	64
Figure 71 : Schéma d'occupation des sols. Source: Auteurs.....	64
Figure 72 : Schéma de la forme des bâtis: Source : Auteurs.....	64
Figure 73 : Schéma de la trame verte. Source: Auteurs.....	65

Figure 74 : Schéma du réseau des espaces publics. Source: Auteurs.....	65
Figure 75 : Caractéristiques du meilleur îlot de notre proposition urbaine. Source: Auteurs.....	66
Figure 76 : Calage de l'îlot de l'éco-quartier avec les îlots de la thématique et de la ville. Source: Auteurs.....	66
Figure 77 : Plan d'aménagement de l'éco-quartier. Echelle : 1/500. Source : auteur.....	67
Figure 78 : analyse du site. Source: Auteurs.....	68
Figure 79 : Analyse du micro climat du site. Source: Auteurs.	68
Figure 80 : Les différents circuits au sous-sol. Source: Auteurs.	72
Figure 81 : Les différents circuits au RDC. Source: Auteurs.....	72
Figure 82 : Les différents circuits au 1er étage. Source: Auteurs.	72
Figure 83 : Les différents circuits au 2ème étage. Source: Auteurs.	72
Figure 84 : Schéma de la 1ère étape de la genèse de la forme. Source: Auteurs.....	73
Figure 85 : Schéma de la 2ème étape de la genèse de la forme. Source: Auteurs.	73
Figure 86 : Schéma de la 3ème étape de la genèse de la forme. Source: Auteurs.	73
Figure 87 : Schéma de la 4ème étape de la genèse de la forme. Source : Auteurs.	74
Figure 88 : La trame structurelle du RDC. Source: Auteurs... ..	74
Figure 89 : La façade principale (orientée sud). Source: Auteurs.	74
Figure 90 : La façade arrière (orientée est). Source: Auteurs.	75
Figure 91 : La façade sud. Source: Auteurs.	75
Figure 92 : La façade nord. Source: Auteurs.	75
Figure 93 : Interface du logiciel Alcyone. Source: Auteurs.	76

Liste des tableaux :

Tableau 1: Synthèses des recherches de l'ensoleillement.....	10
Tableau 2: Synthèses des recherches sur la porosité.....	14
Tableau 3: Synthèses des recherches de Mobilité	16
Tableau 4: Synthèses des recherches sur l'îlot de chaleur urbain	17
Tableau 5: Synthèses des recherches de la densité	21
Tableau 6: Synthèses des recherches de l'albédo	22
Tableau 7: Synthèses des recherches sur la compacité.....	23
Tableau 8: Synthèses des recherches sur le volume passif	24
Tableau 9: Synthèses des recherches du prospect.....	25
Tableau 10: Potentiel d'analyse des indicateurs a l'échelle urbaine Source : Auteurs	26
Tableau 11: Modèle d'analyse des indicateurs a l'échelle urbaine Source : Auteurs	27
Tableau 12: Classement des indicateurs selon leur influence Source : Auteurs	28
Tableau 13: Les types d'isolant Source : Boursas Abderrahmane 2013.....	30
Tableau 14: Synthèses des recherches sur l'orientation	32
Tableau 15: Composition du Mur	36
Tableau 16: Protocole de simulation de l'orientation	36
Tableau 17 : Caractéristiques du meilleur îlot de la ville de Boufarik. Source : Auteurs.....	59
Tableau 18: Tableau de synthèse de l'analyse du site. Source (Auteurs).....	61

Liste des équations :

$\sum A_s = \sum A_n * C_n + \sum A_e * C_e + \sum A_s + \sum A_o * C_o$	$\sum A_n + \sum A_e + \sum A_s + \sum A_o$. Équation 1	10	
Porosité urbaine=volume des creux urbains	volume de la canopée urbaine. Équation 2	14	
$\mu = L - N + 1$	Équation 3	15	
$B = L \cdot N$	Équation 4	15	
$\gamma = L \cdot 3(N - 2)$	Équation 5	15	
$\Delta T_{urMAX} = 7,54 + 3,97 \ln(H/W)$	Équation 6	17	
Oke propose aussi une expression de ΔT_{urMAX} en fonction de la population et la vitesse de vent de référence :	$\Delta T_{urMAX} = P \cdot 0.25(4U)^{0.5}$ Équation 7	17	
$D_b = \text{emprise au sol} \times \text{nombre de niveaux}$	surface de la parcelle(m ²) Équation 8	20	
COS : coefficient d'occupation de sol=	surface de l'emprise(m ²) × nombre de niveaux	surface totale(m ²). Équation 9	20
CES : coefficient d'emprise au sol=	emprise au sol(m ²)	surface de la parcelle(m ²). Équation 10	20
$D_v = \text{surface végétale}$	surface totale Équation 11	20	
Densité de population=	nombre d'habitants	surface concidérée . Équation 12	20
Densité résidentielle=	nombre de logements	surface concidérée. Équation 13	20
Densité d'emploi=	nombre d'emplois	surface concidérée. Équation 14	21
$DAH = \text{nombre d'habitants} + \text{nombre d'emplois}$	surface concidérée. Équation 15	21	
La compacité=	SV. Équation 16	23	
$SV = 1V^{13} \times SV^{23}$	Équation 17 (Serge Salat 2011) D'où :	23	
$Pct = H \cdot m \cdot L \cdot m$	Équation 18	24	
$U = 1/R$ Avec : $R = e \lambda$	Équation 19	30	
Le taux de vitrage est le rapport entre la surface totale de vitrage et la surface totale des façades du bâtiment, exprimé en % et noté T_v . Formule :			
$TV = \text{Surface totale de vitrage}$	Surafce totale des facades du batiment Équation 20	31	
$p_m = 0.44 \times H \times (T_i - T_e)$	Équation 21	34	